image
not
available



schen den
durch die
Zusammen
daselbst al
Beispielen
keiten alle
an die nat
die Narbe
blüthenbe

---

1) Ve
und Westpl

2) Ue
Delpino z
Recht beme
manche tro
Vögel die
Wenn Delp

Anwendung der Darwinschen Lehre auf Bienen.

Von

Hermann Müller in Lippstadt.

Hierzu Tafel I u. II.

In einem früheren Aufsatze [1]) habe ich in gedrängter Uebersicht anzudeuten versucht, in welchen verschiedenen Richtungen die merkwürdigen Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den sie besuchenden Insekten durch die Darwinsche Lehre in ihrem ursächlichen Zusammenhange verständlich gemacht werden. Ich habe daselbst allgemein nachzuweisen und an einigen concreten Beispielen zu erläutern versucht, wie die Eigenthümlichkeiten aller Phanerogamenblüthen sich als Anpassungen an die natürlichen Transportmittel des Blüthenstaubes auf die Narben anderer Blüthen, an den Wind und an die blüthenbesuchenden Insekten [2]), erklären; ich habe dar-

1) Verhdl. des naturhist. Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens Jahrgang 1869. Correspondenzblatt S. 43—66.

2) Uebersehen war dabei, wie mein hochgeschätzter Freund Delpino zu seiner italienischen Uebersetzung meines Aufsatzes mit Recht bemerkt, dass für einige wenige Pflanzen das Wasser und für manche tropische die Familie der Kolibris und andere honigsaugende Vögel die natürlichen Transportmittel des Blüthenstaubes bilden. Wenn Delpino ausserdem für *Rhodea japonica* und einige Aroideen Schnecken als natürliche Transportmittel angibt, so bezweifle ich zwar nicht die Richtigkeit seiner Beobachtung, möchte aber doch den Transport des Blüthenstaubes durch so gefrässige, blüthenverwüstende Thiere bis auf weitere Beobachtungen für einen zufälligen ansehen und fast bezweifeln, dass diesen Thieren die Blüthen sich angepasst haben.



auf hingewiesen, dass in gleicher Weise viele Eigenthümlichkeiten der Organisation der blüthenbesuchenden Insekten als Anpassungen an die Blüthen entstanden sein müssen, und dass uns das vergleichende Studium der Abstufungen dieser Eigenthümlichkeiten wichtige Fingerzeige in Bezug auf den Stammbaum der blüthenbesuchenden Insektenordnungen geben muss; ich habe endlich in Bezug auf die Ordnungen der Lepidopteren und Dipteren diejenigen Vermuthungen über ihre Abstammung mitgetheilt, zu welchen mich ein vorläufiger Vergleich ihrer Anpassungen an die besuchten Blüthen geführt hatte. Ein Gleiches auch in Bezug auf die Familie der Bienen zu thun, welche für die Befruchtung der Blumen noch ungleich wichtiger ist, als Fliegen und Schmetterlinge, hinderte mich damals die Beschränktheit des Raumes, da meine Auseinandersetzung zunächst als Vortrag vor der Generalversammlung unseres Vereins an die Oeffentlichkeit trat.

Der Zweck des vorliegenden Aufsatzes ist es nun, diese Lücke meines früheren Aufsatzes auszufüllen und zu zeigen, wie auch bei den Bienen ein Vergleich derjenigen Organisationseigenthümlichkeiten, welche sich als Anpassungen an den Blüthenbesuch ausgeprägt haben, uns zuverlässige Aufschlüsse in Bezug auf die Abstammung der Bienen und die Verzweigungen ihres Stammbaumes gibt.

Erster Abschnitt.

Die Bienen unterscheiden sich von den Grabwespen nur durch solche Eigenthümlichkeiten der Organisation, welche sie zur Gewinnung von Blüthenstaub und Honig geeignet machen.

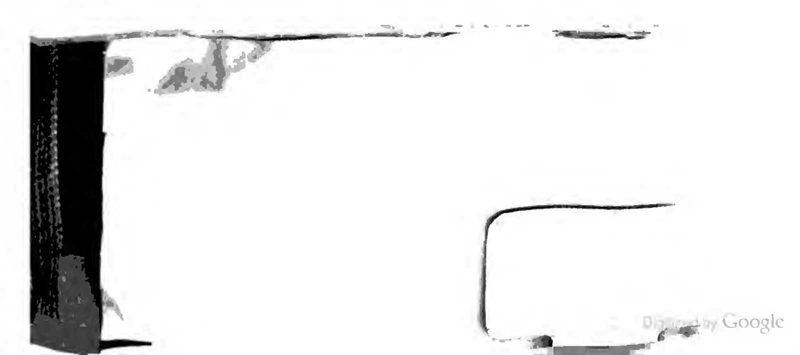
Fassen wir, um die Anpassungen der Bienen an die von ihnen besuchten Blumen kennen zu lernen, zunächst Bienenformen ins Auge, an welchen sich diese Anpassungen am stärksten ausgeprägt vorfinden, sogenannte „typische“ Bienenformen der Systematiker, so treten uns vier Eigenthümlichkeiten entgegen, durch

welche sich diese Bienen den Blumen angepasst haben; es sind zugleich die einzigen Merkmale, durch welche sich die Bienen von der ihnen nächst verwandten Abtheilung der Grabwespen unterscheiden:

1) Während die Grabwespen [1]) nackt oder spärlich mit einfachen Haaren bekleidet sind, sehen wir die ausgeprägteren Bienen auf der ganzen Körperoberfläche oder doch auf einem erheblichen Theile derselben dicht mit langen Haaren besetzt, die ihrer ganzen Länge nach mit kleinen Seitenzweigen versehen sind.

Eine solche Biene mag mit irgend welchem Körpertheile klebrige oder stachlig rauhe Pollenkörner irgend einer Blüthe berühren, so bleiben dieselben mit grösster Leichtigkeit in dem dichten Walde gefiederter Haare haften und werden, wenn die Pflanze so eingerichtet ist, dass die einen Blüthen an derselben Stelle ihre entwickelten Narben darbieten, wo die anderen den Blüthenstaub der Berührung und Anheftung preisgeben, oder dass in jeder Blüthe erst die Narben, dann die Staubgefässe berührt werden, bei fortgesetztem Besuche gleichartiger Blüthen auf das Leichteste auf Narben andrer Blüthen übertragen, welche sie dann durch Fremdbestäubung befruchten. Da nun Darwins künstliche Befruchtungsversuche in unzweideutiger Weise ergeben haben, dass Fremdbestäubung zahlreichere und lebensfähigere Samenkörner ergibt als Selbstbestäubung, so ist die dichte Bekleidung der Bienen mit verzweigten Haaren offenbar eine denjenigen Pflanzen, deren Blüthen von diesen Bienen besucht werden, äusserst nützliche Eigenschaft, und diess macht es uns verständlich, weshalb ein so überwiegender Theil der Blumen sich der Befruchtung durch Bienen angepasst hat. Diese den Pflanzen nützliche Eigenthümlichkeit hätte aber nie bei den Bienen zur Ausprägung gelangen können, wenn sie nicht auch den Besitzern selbst von Vortheil wäre. Inwiefern sie diess ist, wird uns deutlich, wenn wir die weiteren Unterschiede der „typischen" Bienen von den nächstverwandten Familien ins Auge fassen. Wir

1) Im Sinne der *Fossores* Latreille's.



**sehen dann, dass bei den ausgeprägteren Bienen 2) an allen sechs Beinen das erste Fussglied (die Ferse), welches, ebenso wie bei den Grab- und Faltenwespen [1]), die folgenden an Länge bedeutend übertrifft, sich zu einer länglichen, meist rechteckigen Platte verbreitert hat, welche auf ihrer ganzen Unterseite (wie in der Regel auch die folgenden Fussglieder) mit steifen, schräg nach der Spitze des Fusses hin gerichteten Borsten so dicht besetzt ist, dass sie eine vortreffliche Bürste bildet (Fig. 6. 8). Dieser 6 Bürsten an der Unterseite der Fersen bedienen sich die Bienen, wie man beim Beobachten ihrer Blüthenbesuche leicht gewahr wird, sowohl zum Abfegen des Blüthenstaubes von Antheren und von andern mit Pollen behafteten Blüthentheilen (z. B. von den Griffelbürsten bei *Jasione* und *Campanula*, von der Oberfläche der Blüthenkörbchen bei Compositen) als auch zum Abbürsten ihres ganzen Haarkleides, selbst ihrer Oberseite, letzteres, indem sie mit den Vorder- und Mittelfüssen von hinten nach vorn über Thorax und Kopf, mit den Hinterfüssen von vorn nach hinten über den Hinterleib hinstreichen. Den auf diese Weise in den Bürsten der Fersen angehäuften Blüthenstaub streifen die mit einem Pollen-Sammelapparat versehenen Bienen an diesen ab; die eines Sammelapparates entbehrenden bringen ihn wahrscheinlich von den Fersenbürsten direct in den Mund, obgleich directe Beobachtungen darüber nicht vorliegen.

So dienen alle sechs Fersenbürsten nicht nur unmittelbar zum Einernten von Blüthenstaub, sondern machen mittelbar auch das Haarkleid des Körpers zu einer den Bienen selbst nützlichen Eigenthümlichkeit. Es ist daher jedenfalls unberechtigt, wenn, wie es in den mir bekannten systematischen Werken geschieht, nur die Bürsten der Hinterfersen als Eigenthümlichkeit der Bienen bezeichnet werden [2]), da die der Vorder- und Mittelfersen ihnen

---

1) *Vespariae* Latr., *Diplopteryga* Kirby.

2) Vgl. z. B. Westwood, Introduction to the modern classification of Insects vol. II, p. 253, oder Peters, Carus und Gerstaecker, Handbuch der Zoologie, Bd. II, S. 190.

nicht weniger eigenthümlich sind und sich zugleich als eben so nützlich erweisen, obgleich natürlich, der von vorn nach hinten zunehmenden Grösse der Fusspaare entsprechend, die Fersen der Hinterbeine die grössten sind. Ausser dieser lokalen Ausprägung von Bürstenhaaren finden sich 3) bei den Weibchen aller typischen Bienen, ebenfalls auf bestimmte Stellen des Körpers beschränkt, besonders gestaltete und gruppirte Haare, welche das Zusammenhäufen einer grösseren Blüthenstaubmasse, die dann als Larvenfutter mit in die Bruthöhle genommen wird, ermöglichen. Diese der Pollen-Anhäufung dienenden Haare finden sich bei der einen Abtheilung der typischen Bienen an der Bauchseite des Hinterleibes ausgebildet (Eig. 9), wo sie nicht nur allen sechs Fersenbürsten bequem zugänglich sind, sondern auch in vielen Blüthen z. B. Compositen und Papilionaceen, unmittelbar Blüthenstaub abstreifen, bei der andern Abtheilung an den Hinterbeinen (Fig. 20. 7. 21), oft bis zur Hinterbrust einschliesslich aufwärts (Fig. 16). Auch der Pollensammelapparat wird allgemein erst durch die Bethätigung der Fussbürsten den Bienen nützlich; denn wenn auch die Bauchsammler in vielen Blüthen unmittelbar mit den Sammelhaaren der Bauchseite den von unten dargebotenen Blüthenstaub aufnehmen, so haben sie doch in der Bruthöhle die Fersenbürsten nöthig, um den Blüthenstaub aus den Sammelhaaren zu entnehmen; in denjenigen Blüthen aber, welche den Blüthenstaub nicht unmittelbar der Berührung der Unterseite des besuchenden Insekts darbieten, müssen sie auch das Aufgreifen des Blüthenstaubes zunächst mit den Fersenbürsten vollziehen und ihn von diesen an die Sammelhaare der Bauchseite abstreifen. Sitzt der Sammelapparat dagegen an den Hinterbeinen, so bleibt in allen Fällen nur der geringste Theil des anzuhäufenden Blüthenstaubes unmittelbar in demselben haften, und die Fersenbürsten haben sowohl den grössten Theil des Einbringens von Blüthenstaub in den Sammelapparat als das Entleeren des Sammelapparats zu verrichten.

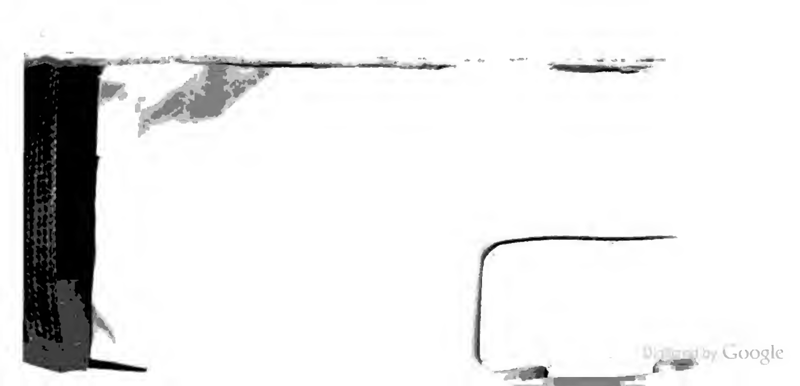
Die drei bis jetzt genannten Eigenthümlichkeiten der Bienen nützen ihnen sämmtlich als Werkzeuge zur Ge-



winnung des Blüthenstaubs; einen nicht weniger hervorstechenden Unterschied von den nächst verwandten Familien der Grab- und Faltenwespen zeigen aber die „typischen" Bienen 4) in der eigenthümlichen Ausbildung ihrer Mundtheile, welche sie eben so geeignet macht, aus langröhrigen und langspornigen Blumen mittelst der verlängerten Unterlippen und Unterkiefer den Honig zu gewinnen, als mittelst der kurzen kräftigen Oberkiefer mannichfache auf Versorgung der Brut bezügliche Arbeiten zu verrichten. Während nämlich bei den Faltenwespen (Fig. 2) und Grabwespen (Fig. 3) der Unterkiefer meist aus einem kurzen, breiten Kinne (mt Fig. 2 u. 3) besteht, welchem die Zunge als längliches, zweilappiges oder an der Spitze ausgerandetes häutiges Läppchen (li) und beiderseits neben derselben zwei gleichmässig viergliedrige Lippentaster (pl) aufsitzen, ist bei den ausgeprägteren Bienen (Fig. 1) das Kinn langgestreckt, an der Spitze röhrenförmig, die Zunge ausserordentlich lang, wurmförmig, auf dem grössten Theil ihrer Länge quergestreift und auf den Querstreifen mit quirlförmig gestellten Haaren dicht besetzt, die willkürlich schräg aufrecht angedrückt und senkrecht abstehend ausgespreizt werden können, an der äussersten Spitze mit einem winzigen Hautläppchen versehen; die Glieder der Lippentaster sind in der Weise differenzirt, dass die beiden untersten (pl') als langgestreckte schmale Chitinplatten die Zunge umschliessen, während die beiden Endglieder frei von diesen abstehen und als kurze Tastspitzen fungiren. Dem Kinne entsprechend haben sich auch die Basalstücke (Angeln) und Stammstücke der Unterkiefer (c und st Fig. 1) verlängert; die Laden der Unterkiefer, welche bei Grab- und Faltenwespen als kurze, gerundete, am Rande bewimperte Chitinblättchen (la Fig. 2. 3) den Stammstücken aufsitzen, haben sich bei den typischen Bienen zu langlanzettlichen, spitzen, von einer Mittelrippe durchzogenen Chitinplatten umgewandelt, welche ebenfalls die Zunge im nicht völlig ausgestreckten Zustande scheidenförmig umschliessen; die Kiefertaster, bei den Grab- und Faltenwespen gleichmässig sechsgliedrig und mit ihren Spitzen die Spitzen



der Lippentaster erreichend oder selbst überragend (p m Fig. 2. 3), sind bei den typischen Bienen zu nutzlosen zwei- oder eingliedrigen Rudimenten verkümmert (p m Fig. 1) oder ganz verschwunden (bei *Pasites*); die Muskeln, welche das Kinn und die Stammstücke der Unterlippe vorstossen und zurückziehen, sind durch Entwicklung besonderer Chitinleisten verstärkt, von denen die eine, unpaarig (f Fig. 1), sich an die Basis des Kinnes ansetzend, dieses nach rückwärts verlängert, während die beiden anderen, paarigen (xx Fig. 1), die Basis dieser Leiste mit der Basis der beiden Stammstücke verbinden. So ausgerüstet sind die unteren Mundtheile der Biene ebensowohl im Stande, den in Blumenröhren und Spornen aufgespeicherten Honig bis auf den letzten Rest auszusaugen, als die flache adhärirende Honigschicht der Umbelliferen, Spiraeen u. a. abzulecken, als das saftige Gewebe der Wiesen-Orchisarten anzubohren, als endlich den Saugapparat in der Weise nach unten zusammen zu klappen, dass die Oberkiefer die zum Nestbau und zur Brutversorgung nöthigen Arbeiten unbehindert ausführen können. Mit dem Aussaugen langröhriger Blumen beschäftigt fliegt die Biene mit vorgestrecktem Rüssel von Blüthe zu Blüthe; jedoch ist während des Umherfliegens und während des Einsenkens des Rüssels in die Blüthe der Saugapparat noch nicht völlig ausgestreckt, sondern soweit zusammengefaltet, dass die Zunge ihrer ganzen Länge nach von den beiden langgestreckten untersten Gliedern der Lippentaster und von den Laden der Unterkiefer wie von einer aus vier dünnen biegsamen Platten gebildeten Scheide dicht umschlossen liegt. Diese Lage wird durch eine doppelte Einknickung der Unterlippe bewirkt. Erstens nämlich legen sich die in Fig. 1 nach vorn gerichteten Chitinleisten xx nach hinten (Fig. 22) und ziehen dadurch das Kinn um ihre doppelte Länge zurück, so dass die Basis desselben gerade zwischen die Basis der Stammstücke des Unterkiefers zu liegen kommt; zweitens klappt sich die Basis der Zunge zusammen und stülpt sich mit den beiden Nebenzungen in den vorderen röhrenförmigen Theil des Kinnes ein, so dass kaum noch die Spitzen der



beiden Nebenzungen hervorragen (Fig. 22). Hierdurch wird eine derartige Verkürzung der Zunge bewirkt, dass diese nun von den Kieferladen und den beiden unteren Gliedern der Lippentaster wie von einer Scheide umschlossen liegt, an deren Spitze nur die beiden kurzen Endglieder der Lippentaster zu freiem Tastgebrauche hervorragen. Auf diese Weise gegen Verletzung der zarten Haarquirle geschützt, wird der Bienenrüssel rasch und sicher auch in enge Blumenröhren eingeführt. Daselbst bis zum Honig gelangt reckt er sich weiter auseinander, so dass die beiden so eben beschriebenen Einfaltungen verschwinden; das aus der Chitinscheide weit hervortretende Ende der Zunge senkt sich in den Honig, spreizt seine Haarquirle auseinander und zieht sich honigbeladen wieder in die Chitinscheide zurück, in welcher durch rasch von der Spitze gegen die Basis fortschreitendes Aufrichten der Haarquirle und gleichzeitiges Ansaugen der Honig bis zum Munde hinaufgeführt wird. Nach 4 bis 6, selten mehr einzelnen Saugacten, welche von einem Anschwellen und Zusammensinken des Hinterleibs begleitet und dadurch von aussen erkennbar sind, ist auf diese Weise die Blüthe, eines *Lamium album* z. B., ihres Honigs beraubt, und die Biene begibt sich mit vorgestrecktem Rüssel aber geschützt liegender Zunge zu einer neuen Blüthe.

Beim Ablecken flacher, adhärirender Honigschichten, wie sie die Blüthen der Umbelliferen, Spiraeen und mancher anderer Blumen darbieten, die nicht nur von den kurzrüssligsten Insekten, sondern auch von typischen Bienen besucht werden, spielt ohne Zweifel das kleine häutige Läppchen an der äussersten Spitze der Zunge (y) die wichtigste Rolle.

Beim Anbohren zarter, saftreicher Gewebe, wie z. B. der innern Wandung des Sporns von *Orchis mascula, morio* u. a. dienen die die Zunge umschliessenden, spitzen, hornigen Laden als Stechinstrumente, zwischen denen unmittelbar nach erfolgter Verwundung die Zungenspitze zur Aufnahme des freigelegten Saftes hervortritt [1]).

1) Delpino ist der Ansicht, dass der Sporn dieser Orchideen



Um endlich, unbehindert durch den Saugapparat, die Oberkiefer zu häuslichen Arbeiten benutzen zu können,

---

einst freien Honig abgesondert, diese Eigenschaft aber verloren hat und dass diese Orchideen als verkommene, dem Aussterben nahe Pflanzen zu betrachten sind (siehe in Delpino's italienischer Uebersetzung meines Aufsatzes »Ueber die Anwendung der Darwinschen Theorie auf Blumen und blumenbesuchende Insekten« die Anmerkung auf Seite 16 und 17). Wenn D. im Mai die Wiesen südlich von Stromberg sähe, die von Hunderttausenden der kräftigsten Exemplare von *Orchis morio* und *mascula* übersät sind, von zahlreichen Hummeln und einigen anderen Bienen besucht werden und eine Menge dicker Samenkapseln ansetzen, so würde er sich gewiss überzeugen, dass in der Organisation dieser Pflanzen doch noch Alles in Ordnung sein muss und dass sie zum Aussterben am rechten Standorte noch wenig Miene machen. Dass sie sich an anderen Standorten, wie z. B. nach Delpino im östlichen Ligurien, anders verhalten können, ist selbstverständlich und beweist weiter nichts, als dass nicht jeder Standort, wo diese Orchideen gefunden werden, gleich günstig für dieselben ist.

Delpino stellt ferner die Vermuthung auf, dass die Hummeln diese Orchideen entweder, wie schon Sprengel glaubte, lediglich durch die Blume getäuscht und ohne Ausbeute zu finden oder behufs der Pollengewinnung aufsuchten. Gegen die erstere Annahme spricht, wie ich schon in meinem früheren Aufsatze betont habe, die Thatsache, dass die Hummeln längere Zeit andauernd am Orchideenbesuche bleiben, was sicher nicht der Fall sein würde, wenn sie nichts fänden. Gegen die zweite Annahmo spricht nicht nur der ebenfalls in meinem früheren Aufsatze bereits erwähnte Umstand, dass die Hummeln sich des ihnen augenscheinlich lästigen Anhanges der Staubkölbchen mit Mundtheilen und Beinen zu entledigen suchen, was ihnen auch bisweilen gelingt, sondern auch die zur Herstellung von Larven-Futterbrei völlig ungeeignete Beschaffenheit der Staubkölbchen, indem dieselben aus festen, durch elastische Fäden mit einander verbundenen Pollenpacketchen zusammengesetzt sind, endlich die von mir sehr häufig beobachtete Thatsache, dass *Orchis maculata* ausser von Hummeln (*Bombus pratorum*) auch von grösseren Fliegen (*Volucella bombylans*, *Eristalis horticola* Mgn.) besucht wird, die sich die Staubkölbchen gerade so wie die Hummeln an die Stirn kitten — doch sicher nicht, um Blüthenstaub einzusammeln. Uebrigens hat mich eine directe Beobachtnng in den Stand gesetzt, die Frage, was die besuchenden Insekten denn eigentlich in den Blüthen der Wiesenorchideen suchen, aus dem Gebiete der Vermuthungen und indirecten Schlüsse in das der positiven Gewissheit überzuführen.

klappen die Bienen den Saugapparat nicht nur an den beiden vorhin bezeichneten Stellen zusammen, so dass die Zunge der ganzen Länge nach von den Chitinplatten der Lippentaster und Kieferladen umschlossen wird, sondern ausserdem legen sie drittens die Angeln (cc Fig. 1 u. 22), welche in Fig. 1 nach vorn gerichtet sind, indem sie dieselben um ihren Fusspunkt drehen, nach hinten (Fig. 22), so dass dadurch der ganze Saugapparat um das Doppelte der Länge der Angeln nach hinten gezogen wird, und das Kinn und die dasselbe umschliessenden Stammstücke der Unterkiefer gerade in die Aushöhlung der Unterseite des Kopfes zu liegen kommen; viertens klappen sie die Zunge nebst der sie umschliessenden, von den Unterkieferladen und Lippentastern gebildeten Scheide, welche Theile noch weit über die Oberkiefer hervorragen, nach unten und hinten, so dass sie sich dicht an das Kinn anlegen und die nun frei hervorragenden Oberkiefer in keiner Weise mehr behindern.

Bei einer grossen Unterabtheilung der Bienen, den Bauchsammlern und den von ihnen abgezweigten Kukuksbienen (*Stelis, Coelioxys* etc.) legt sich ausserdem die verlängerte Oberlippe als schützende Decke auf den vierfach zusammengeklappten Saugapparat, so dass die Oberkiefer über die nach unten geklappte Oberlippe hinweggreifend ihr Werk verrichten (Fig. 17). (Eine nähere Betrachtung der Figuren 1, 22 und 17, welche das Saug-

---

Am 13. Juni 1870 ging *Apis mellifica* ☿ dicht vor meinen Augen in eine Blüthe von *Orchis latifolia,* bohrte mit den die Zunge als Scheide umfassenden Kieferladen mehrmals nach einander in die Innenwand des Sporns und flog dann, an der Stirn mit 2 Staubkölbchen behaftet, an eine Blüthe von *Lychnis flos cuculi.* An dem Sporne der besuchten Blüthe, die ich unmittelbar nach dem Wegfliegen der Biene abpflückte und untersuchte, waren die Anbohrungen schon von aussen als kleine, längliche hellere Flecken zu unterscheiden. Ob der auf diese Weise von den Bienen erbeutete Saft besonders zuckerhaltig ist und den Namen Honig verdient oder nicht, ist ebensowohl für die Befruchtungsweise der Orchideen, als für den Gebrauch, welchen die Bienen von ihren Unterkieferladen machen, ziemlich gleichgültig.



organ typischer Bienen im völlig ausgereckten, im halb zusammengeklappten und im völlig zusammengeklappten Zustande zeigen, wird genügen, die complicirte Mechanik desselben in den hier erwähnten Einzelheiten deutlich zu machen.)

Diese höchst eigenthümliche Entwicklung der unteren Mundtheile, deren mannichfaltige Bewegungen mit erstaunlicher Raschheit und Sicherheit vollzogen werden, macht mithin den Bienenmund zur Gewinnung des Blumenhonigs auch aus längeren Röhren vorzüglich geeignet, ohne seine Brauchbarkeit für Arbeiten des Nestbanes zu beeinträchtigen, und liefert ein eben so hervorstechendes Merkmal zur Unterscheidung der Bienen von den Grabwespen (und Faltenwespen), als das Haarkleid, die Fersenbürsten und der Pollensammelapparat. Andere Unterschiede der Organisation zwischen Bienen und Grabwespen sind aber überhaupt nicht vorhanden.

Zweiter Abschnitt.

Die besprochenen Eigenthümlichkeiten der Bienen, welche sie zur Gewinnung von Blüthenstaub und Honig geeignet machen und zugleich ihren einzigen Unterschied von den Grabwespen darstellen, bieten eine wenig unterbrochene Reihe von Abstufungen dar von den auffälligst unterschiedenen bis zu solchen Bienen, die sich in ihrer Organisation von Grabwespen in nichts mehr unterscheiden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass eine Thierfamilie, die sich durch ungemein hoch differenzirte und ihrer besonderen Lebensweise genau angepasste Ausbildung gewisser Organe vor den nächstverwandten Familien, ja vor allen Familien derselben Klasse auszeichnet, diese Eigenthümlichkeit nicht von ihren und der nächstverwandten Familien gemeinsamen Stammeltern ererbt, sondern nur durch eigene Abänderungen und Erhaltung und Ausprägung derselben durch natürliche Auslese erworben haben kann.

Die Bienen stellen also sicher keine dem gemeinsamen Stamme der Aderflügler ähnlich gebliebene Gruppe,

sondern eine der am stärksten veränderten Abzweigungen desselben dar. Wenn uns bloss die am weitesten fortgeschrittenen Zweige dieser Abzweigung, die wir bis jetzt allein ins Auge gefasst haben, erhalten geblieben wären, so würde es wahrscheinlich sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein, den genetischen Zusammenhang der Bienen mit den übrigen Familien der Aderflügler mit Sicherheit ausfindig zu machen. Von den ausgeprägtesten Bienen, deren ausgezeichnete Unterscheidungsmerkmale wir so eben betrachteten, führen uns aber die allmählichsten Abstufungen zu solchen Bienenformen, die wir ohne Berücksichtigung der Lebensweise durchaus nicht im Stande sein würden, von Grabwespen zu unterscheiden, und selbst die Lebensweise zeigt wenigstens derartige Annäherungen, dass man sich eine bestimmte Vorstellung von dem Familienzusammenhang der Bienen mit den Grab- und Faltenwespen bilden kann. Um zu diesem Ziele zu gelangen, haben wir also zunächst die Abstufungen, welche in der Ausbildung des allgemeinen Haarkleides, der Fersenbürsten, des Pollen-Sammelapparats und der unteren Mundtheile von den ausgeprägtesten zu den am wenigsten ausgeprägten Bienen führen, wenigsten in allgemeinen, durch bestimmte Beispiele veranschaulichten Zügen zu überblicken.

Was 1) die Bekleidung des Körpers mit gefiederten Haaren betrifft, so dürfte folgende Zusammenstellung einen hinreichenden Ueberblick über die stattfindenden Abstufungen geben.

a. Der ganze Körper über und über dicht mit langen gefiederten Haaren bekleidet: *Bombus;*

b. die Behaarung ebenfalls über den ganzen Körper verbreitet, aber kürzer und weniger dicht: *Anthophora pilipes* F., *Howarthana* K., *parietina* F., *Osmia cornuta* Latr. u. a.;

c. die Behaarung auf dem Hinterleibe mehr und mehr zurücktretend oder sich zu Querbinden verdichtend: Andere Anthophoraarten, *Saropoda, Colletes, Megachile;*

d. die Behaarung des ganzen Körpers noch mehr

zurücktretend und die mannichfachsten Uebergänge zu sehr spärlicher Behaarung darbietend: *Andrena, Halictus;*

e. die Behaarung äusserst spärlich, aber ebenso wie b, c und d noch gefiederte Haare darbietend: *Sphecodes, Nomada;*

f. der ganze Körper fast kahl; die vorhandenen Haare nur winzig klein und durchweg einfach: *Prosopis.*

2) Die Fersenbürsten. Was zunächst die Verbreiterung der Fersen betrifft, so genügt es, die Hinterfersen einer Auswahl von Bienen, z. B. einer Honigbiene (*Apis mellifica* Fig. 5 t'), einer *Andrena* (Fig. 7. *A. Gwynana* K.), eines *Heriades* (Fig. 10. *H. truncorum*), einer *Prosopis* (Fig. 11. *P. confusa* Nyl.), eines *Sphecodes* (Fig. 14 u. 18. *S. gibbus* L.) und einer *Ceratina* (Fig. 20), mit den Hinterfersen einiger beliebigen Grabwespen, z. B. eines *Crabro* (Fig. 12. *C. Wesmaeli* v. d. L.) und eines *Passaloecus* (Fig. 13. *P. monilicornis* Dhlb.) zu vergleichen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass von der stark verbreiterten Ferse der Honigbiene, welche wohl als ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal von Grab- und Faltenwespen hervorgehoben zu werden verdient, eine allmähliche Abstufung stattfindet zu Fersenformen, die von denjenigen mancher Grabwespen nicht mehr unterscheidbar sind. Oder sollte jemand im Stande sein, nach dem Unterschiede der Fersenbreite zu bestimmen, welche der in Fig. 10—14, 18 u. 20 abgebildeten Beine Bienen und welche Grabwespen angehören?

Was aber die Behaarung der Unterfläche der Fersen betrifft, so ist die allmähliche Abstufung von der äusserst zierlichen und regelmässigen Fussbürste der Honigbiene, die aus reihenweise geordneten, unter sich differenzirten Borsten besteht (Fig. 6) zu der gleichmässig beborsteten Andrenaferse (Fig. 8), zu der deutlich behaarten Sphecodesferse (Fig. 14), und zu der nur sehr kurz behaarten Prosopisferse (Fig. 11) eine ebenso ununterbrochene, und die am wenigsten ausgeprägte Fersenbehaarung von *Prosopis* (Fig. 11) ist von derjenigen gewisser Grabwespen (Fig. 13) nicht mehr zu unterscheiden.

3) Der Pollen-Sammelapparat hat sich bei

einem Theile der Bienen an der Unterseite des Hinterleibes, bei einem anderen Theile an den Hinterbeinen, und zwar an letzteren in den verschiedensten Abstufungen der Ausdehnung von den Fersen bis zu den Hüften und selbst bis zur Hinterbrust aufwärts, ausgebildet, bei einem erheblichen Theile der Bienen aber, und zwar nicht bloss bei solchen, welche ihre Eier in schon versorgte fremde Brutzellen legen (Kukuksbienen), sondern auch bei einigen Gattungen, die ihre Brut selbst versorgen, fehlt er vollständig (*Prosopis*), oder ist nur sehr schwach entwickelt (*Sphecodes*). Auch hier mögen einige Beispiele genügen, um von den stattfindenden Abstufungen der Entwicklung eine bestimmtere Vorstellung zu geben.

Bei *Megachile lagopoda* K., *Osmia rufa* L. [1]) und vielen andern Bauchsammlern finden wir die ganze Bauchseite des Hinterleibs mit langen, dichten, schräg nach hinten gerichteten, steifen, einfachen Haaren gleichmässig besetzt; bei andern Arten derselben Gattungen, z. B. *Megachile argentata* F., *Osmia adunca* F., ist die Behaarung der Bauchseite zwar ebenfalls ziemlich gleichmässig aber erheblich kürzer und dünner; bei *Heriades truncorum* L. ist sie aus Querstreifen der einzelnen Bauchsegmente zusammengesetzt, die durch Zwischenräume unterbrochen sind, so dass sie von der Seite gesehen stufenweise abgesetzt erscheint (Fig. 9); ebenso, aber oft noch weit kürzer und spärlicher, ist sie bei *Chelostoma campanularum* K., einer in Bezug auf die Ausbildung des Pollen-Sammelapparats ziemlich veränderlichen Art.

So bleibt denn nur noch eine geringe Lücke zwischen den am schwächsten ausgeprägten Formen derjenigen Bauchbehaarung, die als ausschliessliches Werkzeug der Blüthenstaubanhäufung benutzt wird und der

---

1) Was die Benennung derjenigen Bienenarten betrifft, deren Männchen und Weibchen von demselben Autor mit verschiedenen Artennamen belegt worden sind, wie *Osmia rufa* L. (♂) und *bicornis* L. (♀), so stimme ich dem Grundsatze Frederick Smith's bei, dass das Weib den Namen des Mannes anzunehmen hat, nicht umgekehrt!



Bauchbehaarung mancher Schenkelsammler, z. B. des *Halictus villosulus* K. ♀ (Fig. 19), in welcher beim Besuche der Compositenblüthen auch stets eine erhebliche Menge Blüthenstaub haften bleibt, obgleich als eigentlicher Sammelapparat dieser Art die Haare der Hinterbeine von den Hüften bis zu den Schienen abwärts dienen.

Von der Bauchbehaarung dieser Halictusart sind aber ohne Mühe alle möglichen Zwischenstufen zu finden bis zu dünnen, kurzen Haarreihen an den Enden der einzelnen Bauchsegmente und bis zu derjenigen Nacktheit derselben, welche bei Nomada- und Prosopisarten vorkommt.

Noch mannichfachere Abstufungen lassen sich in der Entwicklung des Sammelapparates der Hinterbeine nachweisen. Die Hinterbeine der Prosopisarten sind mit so winzigen Härchen bekleidet, dass dieselben zum Einsammeln von Blüthenstaub durchaus untauglich erscheinen. Gleichwohl füttern diese Bienen, wie ich aus eigener Beobachtung mit Bestimmtheit versichern kann, ihre Brut — ebenso wie alle andern mir bekannten Bienen — mit einem Gemenge von Blüthenstaub und Honig auf. Ich habe 8mal *Prosopis communis* Nyl., 3mal *Pr. brevicornis* Nyl. und 1mal *Pr. variegata* F. aus Larven gezogen (die dünnhäutigen, wie bei *Colletes* aus getrocknetem Schleim gebildeten Zellen der beiden ersten Arten sassen im Marke abgestorbener Brombeerstengel, eine der *Prosopis communis* in einer Höhlung einer Kiefernwurzel, die der letzten Art in losem Sand), und so oft ich nach dem Ausschlüpfen der fertigen Biene die zu schwärzlichen Klümpchen eingetrockneten Speiseüberreste aus den verlassenen Zellen nahm und auf dem Objectglase in Wasser aufweichte, nahmen sie eine lebhaft gelbe Farbe an und liessen sich zu Pulver zerdrücken, welches sich unter dem Mikroskop als aus vielen tausend entleerten Schalen von Pollenkörnern zu erkennen gab. Ohne den mindesten Apparat zum Aufnehmen und Fortschleppen des Blüthenstaubes zu besitzen, bewerkstelligt also *Prosopis* die Versorgung ihrer Brut; sie thut diess jedenfalls in einfachster und ursprünglichster Weise, indem sie den mit dem blossen

Munde zu sich genommenen Blüthenstaub und Honig in der ebenfalls mit dem blossen Munde aus Schleim verfertigten Brutzelle wieder ausspeit. Dass sie so verfährt, lässt sich nicht nur aus dem Befunde der Brutzellen, zusammengenommen mit dem völligen Mangel eines Pollen-Sammelapparates, mit Sicherheit schliessen, sondern wird ausserdem durch eine andere Beobachtung bestätigt, die ich sehr oft zu machen Gelegenheit hatte. So oft ich nämlich ein mit grösster Emsigkeit in Blüthen beschäftigtes Prosopisweibchen abfing und zwischen den Fingern hielt, konnte ich es einen gelblichen Tropfen ausspeien sehen, der unter dem Mikroskop zahllose Pollenkörner erkennen liess. Ohne Zweifel zeigt uns *Prosopis* noch unverändert diejenige Art der Brutversorgung, welche ursprünglich die zuerst von dem gemeinsamen Stamme der Grabwespen sich abzweigenden Bienen einzig und allein in Anwendung brachten.

Einen kleinen Schritt weiter in der Ausbildung eines Pollen-Sammelapparates an den Hinterbeinen führt uns die Gattung *Sphecodes,* welche zugleich durch grosse Variabilität bemerkenswerth ist, da nicht weniger als 4 von verschiedenen Autoren als selbständige Arten anerkannte Formenkreise (*S. gibbus* L., *S. rufescens* Fourc., *S. subquadratus* Smith und *S. ephippia* L.) durch die unmerklichsten Zwischenstufen zu einer ununterbrochenen Reihe mit einander verbunden sind. Bei dieser Art, die nach F. Smith's Beobachtungen [1]) selbständig ihre Brut auffüttert, ist die Aussenseite der Hinterbeine von den Schienen bis zu den Hüften hinauf (Fig. 18) weit länger als die Innenseite (Fig. 14) behaart und zwar ist diese Behaarung bei den Weibchen erheblich stärker entwickelt als bei den Männchen, ein Umstand, den ich mir nicht anders erklären kann, als durch die Annahme, dass sie den Weibchen wirklich von Vortheil ist und dass daher stärker behaarte Abänderungen der Weibchen durch natürliche Auslese erhalten wurden. Dieser Vortheil kann nur darin bestehen, dass zufällig in den Haaren haften gebliebene

1) Catalogue of British Hymenoptera. Part. I. 15. 16.

Pollenkörner von den Weibchen abgebürstet und zur Brutversorgung verwendet werden. Dass beim Blüthenbesuche leicht Pollenkörner in den Haaren an der Aussenseite der Hinterbeine von *Sphecodes* haften bleiben, habe ich häufig beobachtet; namentlich zeigten sich diejenigen Sphecodesexemplare, welche ich an den Blüthen von *Jasione montana, Taraxacum officinale, Cirsium arvense* und *Hypochaeris radicata* saugend beobachtete und einfing, fast immer ziemlich reichlich mit Blüthenstaub behaftet, besonders in den Haaren an der Aussenseite der Hinterbeine und die Weibchen stärker als die Männchen; in geringerem Grade war dasselbe an Exemplaren der Fall, die ich von *Salix, Achillea, Bellis, Chrysanthemum leucanthemum, Matricaria Chamomilla, Tanacetum* u. a. einsammelte. Es ist kaum denkbar, dass die Specodesweibchen, die doch leidlich entwickelte Fussbürsten besitzen (Fig. 14) und sich derselben sicher zum Abbürsten ihrer Körperoberfläche bedienen, den abgebürsteten Blüthenstaub, der für sie ein so kostbares Material ist, unbenutzt lassen sollten. Ich hege daher nicht den mindesten Zweifel, dass wir in den Haaren an der Aussenseite der Hinterbeine von *Sphecodes* den ersten Anfang eines Pollen-Sammelapparates vor uns haben, der aber wahrscheinlich noch nicht genügt, den für die Brutversorgung nöthigen Pollenvorrath allein zu beschaffen, der daher wahrscheinlich gleichzeitig mit der ursprünglichen, von *Prosopis* ausschliesslich angewendeten Art der Pollenherbeischaffung in Anwendung gebracht wird.

Bei den der Gattung *Sphecodes* nächstverwandten Gattungen *Halictus* und *Andrena* sehen wir die Behaarung der Hinterbeine bereits in dem Grade entwickelt, dass ein zur Beschaffung des gesammten Pollenbedarfs völlig ausreichender Sammelapparat damit gewonnen ist. Wie bei *Sphecodes* sind die Sammelhaare über die ganze Aussenseite der Hinterbeine von den Schienen oder Fersen bis zu den Hüften aufwärts vertheilt, aber ungleichmässig, an den Schienen am dichtesten stehend, unter dem Schenkelringe eine ein ganzes Pollenhäufchen umfassende Haar-

locke bildend (Fig. 7). Abstufungen in der Dichtheit und Länge dieser Behaarung sind bei *Halictus* und *Andrena* wohl vorhanden; auch zeigt sich darin eine Steigerung, dass bei manchen Arten ausser den Hinterbeinen auch die Hinterbrust Sammelhaare trägt, die in Form zweier, nach unten gewölbter Haarlocken zwei grosse Pollenklumpen zu umschliessen im Stande sind (Fig. 16 Hinterbrust von *Andrena dorsata* K. ♀) und dass bei anderen Arten ausser den Hinterbeinen die Unterfläche des Hinterleibes sich mit ihrer Behaarung an dem Einsammeln des Pollens betheiligt (Fig. 19 Hinterleib des *Halictus villosulus* K. ♀ von unten), doch bleibt zwischen der Behaarung der Halictus- und Andrenaarten und der der Sphecodesarten immer noch eine weite Kluft. Und das erscheint mir nach folgender Erwägung sehr natürlich. So lange eine Bienenart nur auf Pollengewinnung mit dem Munde ausgeht, wie es *Sphecodes* höchst wahrscheinlich thut, und den im Haarkleid haften gebliebenen Pollen, wie er sich beim Abbürsten desselben ergibt, nur nebenbei mit verwendet, wird natürliche Auslese kaum im Stande sein, mit besonderer Strenge die stärker behaarten Abänderungen zu erhalten, die schwächer behaarten zu vernichten wie sich denn auch in der That bei *Sphecodes gibbus* (so nennen wir die vier obengenannten Formenkreise zusammen genommen), wie in Grösse und Form des Körpers, so auch in der Behaarung der Hinterbeine eine grosse Variabilität, ein gleichzeitiges Nebeneinanderbestehen verschieden ausgeprägter Formen zeigt, was nicht der Fall sein könnte, wenn natürliche Auslese mit Strenge die einer bestimmten Richtung nicht entsprechenden Abänderungen vernichtet hätte. Hat aber einmal eine Bienenart einer so variabeln Gruppe, durch reichere Behaarung zu ausreichender Pollengewinnung vermittelst des Haarkleides allein befähigt, auf die Pollengewinnung vermittelst des Mundes verzichtet und sich ganz auf das Polleneinsammeln vermittelst der Sammelhaare beschränkt, so muss dann, sobald diese Sammelart zur festen erblichen Gewohnheit geworden ist, natürliche Auslese mit absoluter Strenge unzureichend behaarte Ab-

änderungen vernichten und vortheilhafter behaarte im Kampfe um das Dasein den Sieg davon tragen lassen.

Gerade der ungemeine Artenreichthum der Halictus- und Andrenagruppe, welcher auf eine ausserordentliche Variabilität ihrer Urahnen hinweist, macht es uns daher vollkommen erklärlich, weshalb zwischen *Sphecodes* einerseits und *Andrena* und *Halictus* andererseits eine so erhebliche Kluft in Bezug auf die Ausbildung der Sammelhaare stattfindet.

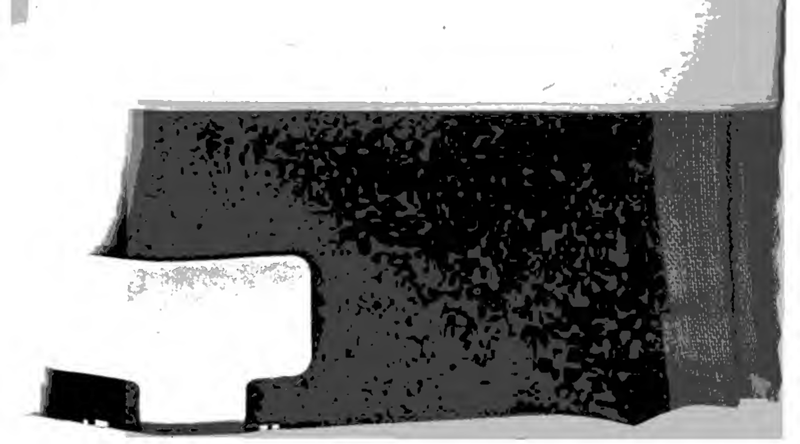
Sehen wir uns in anderen Gruppen der Bienenfamilie, welche mit *Andrena* und *Halictus* weniger nah verwandt sind und daher mit diesen nicht in so unmittelbarer Concurrenz stehen, um, so finden wir dann allerdings auch Behaarungen der Hinterbeine, welche zwischen *Sphecodes* einerseits und *Andrena, Halictus* andrerseits mitten inne stehen, z. B. *Ceratina cyanea* K. (Fig. 20 im Vergleich mit Fig. 18, *Sphecodes*, und Fig. 8, *Andrena*).

Von der Behaarung der Hinterbeine, wie sie *Andrena* und *Halictus* darbieten, führen uns dann allmähliche Abstufungen zu immer mehr örtlich beschränkten, aber zugleich vollkommner ausgebildeten Sammelapparaten. So beschränkt sich bei der Gattung *Cilissa*, die sich auf's engste an *Andrena* anschliesst (*Cilissa haemorrhoidalis* F. ♀ ist der *Andrena labialis* K. ♀ fast zum Verwechseln ähnlich; *Cilissa tricincta* K. ♀ erinnert an *Andrena fasciata* Wesm. ♀ und *fulvicrus* K. ♀), die Ausbildung von Sammelhaaren auf die Aussenseite der Schienen und Fersen, aber diese sind dafür stärker verbreitert und die Sammelhaare länger, als bei den mit ausgeprägtestem Sammelapparat versehenen Andrenen. Wie sich *Cilissa* als nächstverwandter Formenkreis an *Andrena* anschliesst, so *Dasypoda* an *Cilissa*. Die Männchen von *Cilissa tricincta* K. (*leporina* Pz.) sind den kleineren Männchen von *Dasypoda hirtipes* F. oft zum Verwechseln ähnlich; die Weibchen der letzteren erscheinen dagegen durch bedeutendere Grösse, stärkere und lebhafter gefärbte Behaarung und vor allem durch die zu ausserordentlicher Länge entwickelten rothen Sammelhaare der Hinterschienen und -Fersen (Fig. 21) weit von *Cilissa tricincta* verschieden.

Diese Sammelhaare, die längsten, welche überhaupt bei einer einheimischen Biene vorkommen, bekleiden hier Aussen- und Innenseite der Hinter-Schienen und Fersen und vermögen zwei Blüthenstaubballen zu beherbergen, deren jeder reichlich $^2/_3$ so breit und eben so dick ist als der Hinterleib [1]). In ähnlicher Weise wie bei *Dasypoda* ist die Vertheilung der Sammelhaare bei *Panurgus* und *Macropis*, deren letztere den einzusammelnden Blüthenstaub mit Honig benetzt, in ähnlicher Weise wie bei *Cilissa* bei *Eucera*, *Anthophora* und *Saropoda*, die sämmtlich unbenetzten Blüthenstaub einsammeln.

Den letzten Schritt in der Localisirung und vollkommneren Ausprägung des Pollen-Sammelapparates der Hinterbeine sehen wir endlich bei *Bombus* und *Apis* gethan, indem hier dieser Apparat sich auf die spiegelglatte, schwach vertiefte, nur an den Rändern von steifen Haaren umzäunte Aussenfläche der stark verbreiterten Hinterschienen beschränkt (Fig. 5), während die Ferse nun ausschliesslich als Bürste fungirt (t' Fig. 5. 6). Dieser letzte Schritt, der sich durch weiter durchgeführte Arbeitstheilung und Ersparung an Material (an Sammelhaaren) als Vervollkommnung kennzeichnet, war nur möglich, nachdem bereits der Mund wieder in den Dienst des Pollensammelgeschäftes gezogen war, nicht, wie auf der untersten Stufe, zum Aufnehmen des Pollens, sondern zum Benetzen desselben mit Honig. Da der zum Larvenfutter bestimmte Blüthenstaub von allen Bienen, auch von denjenigen, welche ihn trocken einsammeln, mit Honig durchfeuchtet werden muss, so ist es offenbar eine wesentliche Vervollkommnung dieser Arbeit, wenn sie nicht erst

1) Ich kann hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass es ohne Zweifel diese Bienenart gewesen ist, welcher Chr. K. Sprengel in seinem »Entdeckten Geheimniss der Natur« S. 369 u. 370 eine ausführliche Anmerkung widmet. Denn die ganze Beschreibung stimmt vortrefflich mit dieser Art überein und würde zu keiner anderen Art passen. Sprengel erstaunte über die Grösse der Staubballen an den Hinterbeinen, »die nicht viel kleiner waren als der ganze Körper des Insekts und demselben das Ansehen eines stark beladenen Packpferdes gaben.«



in der Bruthöhle, sondern sogleich beim Einsammeln vorgenommen wird; denn diess gewährt den Pollen einsammelnden Bienen einen dreifachen Vortheil: 1) sind die Bienen, indem sie den Blüthenstaub vor dem Einsammeln durch ihr Bespeien mit Honig selbst klebrig machen, dadurch in den Stand gesetzt, auch nicht klebrigen Blüthenstaub, der sich der Uebertragung durch den Wind angepasst hat, sich nutzbar zu machen [1]; 2) können sie weit grössere Massen von Blüthenstaub ohne Verlust transportiren, da auch frei überragende Klumpen mit Honig durchtränkten Blüthenstaubes durch Adhäsion hinreichend festgehalten werden, um nicht abzufallen. Der Sammelapparat

---

1) Dass sie diess wirklich thun, kann ich durch zahlreiche Beobachtungen belegen. Ich habe z. B. *Bombus terrestris* ♀ an *Plantago media* und *Apis mellifica* ☿ sehr häufig an *Plantago lanceolata* Pollen sammeln sehen; wie letztere dabei verfährt, ist mir daher sehr deutlich geworden. Mit vorgestrecktem Rüssel fliegt sie summend an die Blüthenähre heran und speit freischwebend etwas Honig auf die freivorstehenden Staubbeutel. Dann bürstet sie, immer noch frei schwebend und summend, mit den Vorderfersen mit einer plötzlich vorwärtsgreifenden und wieder zurückziehenden Bewegung (wobei der Summton eben so plötzlich sich erhöht) Pollen von den Staubgefässen ab; in demselben Moment sieht man ein Pollen-Staubwölkchen von den erschütterten Staubgefässen aus sich in der Luft verbreiten. Die Biene wiederholt nun, nachdem sie den Blüthenstaub an die Hinterschienen abgegeben hat, dasselbe Geschäft an derselben oder einer anderen Aehre oder fasst, wenn sie ermüdet ist, festen Fuss auf der freischwebend abgebürsteten und kriecht an derselben aufwärts. Obgleich bei dieser Bearbeitung einer dem Winde angepassten Blüthe eine grosse Pollenvergeudung unvermeidlich ist, so verdient doch das vorsichtige und den Umständen entsprechend zweckmässig abgeänderte Verfahren der Biene unsere vollste Anerkennung. Gegen ihre sonstige Gewohnheit sammelt sie hier freischwebend, um nicht durch die mit dem Anfliegen unvermeidlich verbundene Erschütterung den Blüthenstaub, den sie sammeln will, zu verlieren. Von derselben Vorsicht geleitet thut sie nur mit den Bürsten der Vorderfersen einzelne rasche Griffe, indem sie so die Erschütterung und den damit verbundenen Pollenverlust auf das geringste mögliche Mass beschränkt. — Auch an der Haselnuss (*Corylus Avellana*) habe ich wiederholt selbst und an *Carex hirta* hat mein Sohn Hermann die Honigbiene Pollen sammeln sehen.

kann sich daher noch mehr örtlich beschränken und die Arbeitstheilung der einzelnen Abschnitte des Beines sich vollständiger durchführen; 3) werden auch die Sammelhaare entbehrlich, da mit Honig durchtränkter Blüthenstaub auch auf glatter Fläche festhaftet und nur eines Kammes, an dem er abgestreift werden kann, bedarf. *Macropis* benetzt den einzusammelnden Blüthenstaub, wie *Bombus* und *Apis*, mit Honig, sammelt aber weder Pollen von Windblüthen ein (bei Lippstadt beschränken sich vielmehr die Weibchen von *Macropis labiata* Pz. ganz auf den Blüthenstaub von *Lysimachia vulgaris*), noch entbehrt sie der Sammelhaare, noch hat sie dieselben in beschränkterer Ausdehnung entwickelt, als die unbenetzten Pollen einsammelnden Gattungen *Dasypoda* und *Panurgus*. Der einzige Vortheil, den sie von dem Benetzen des einzusammelnden Blüthenstaubes mit Honig hat, besteht darin, dass sie trotz ihrer verhältnissmässig kurzen Sammelhaare grosse, ringsum frei überragende Pollenklumpen anhäufen und ohne Verlust transportiren kann. Dieser Vortheil ist also von den drei oben genannten als der ursprüngliche zu betrachten, der zur Ausprägung der Gewohnheit, den Blüthenstaub vor dem Einsammeln zu benetzen, Anlass gegeben hat. Erst nach der Ausprägung dieser Gewohnheit hat sich der Sammelapparat auf die Aussenseite der Schienen beschränkt, sind die nutzlos gewordenen Sammelhaare verloren gegangen und haben die Bienen auch den Pollen der Windblüthen als Larvenfutter einsammeln gelernt. Diese durchgreifenden Fortschritte sind gewiss nur allmählig, durch zahllose unbedeutende Abänderungen, die, soweit sie ihren Besitzern einen Vortheil gewährten, ihnen im Kampfe um das Dasein den Sieg verschafften, erreicht worden; aber die jetzt lebende (einheimische) Bienenwelt bietet uns diese allmählichen Abstufungen nicht mehr dar, sondern lässt zwischen dem Pollen-Sammelapparat von *Macropis* und dem von *Bombus* und *Apis* eine weite Lücke. Das Erlöschen so zahlreicher Zwischenformen erklärt sich, wie im nächsten Abschnitte gezeigt werden soll, in derselben Weise, wie die grosse Lücke, welche zwischen der Behaarung von *Sphecodes* einerseits und

Andrena und *Halictus* andererseits stattfindet. Hummeln und Honigbienen sind durch massenhaftes Erlöschen von Zwischenformen von sämmtlichen übrigen einheimischen Bienen scharf unterschieden und in der Ausbildung des Pollen-Sammelapparates der Hinterbeine unstreitig am weitesten fortgeschritten. Zwischen Hummeln und Honigbienen selbst lässt sich eine Gradverschiedenheit der Vervollkommnung insofern noch erkennen, als bei den Hummeln die spiegelglatte Aussenfläche der Hinterschienen noch von einem Gemische gefiederter Sammelhaare und einfacher steifer Borsten umstellt ist, während bei der Honigbiene die gefiederten Sammelhaare nicht bloss von der Aussenfläche, sondern auch von den Rändern der Hinterschienen vollständig verschwunden sind und nur ein Kamm einfacher Borsten das Abstreichen des benetzten und mit den Fersenbürsten aufgenommenen Blüthenstaubes auf die glatte Fläche ermöglicht. Die Honigbiene ist mithin auch in Bezug auf den Pollensammelapparat die vollkommenste einheimische Biene.

Der so eben gegebene Ueberblick über die Abstufungen in der Ausbildung des Haarkleides, der Fersenbürsten und des Pollen-Sammelapparates wird zur Begründung der Ueberzeugung genügen, dass die Familie der Bienen von solchen Arten ihren Ursprung genommen hat, die in allen diesen Stücken von Grabwespen nicht im mindesten unterschieden waren, die jedoch zur Auffütterung ihrer Brut Blüthenstaub nöthig hatten und bei denen daher jede sich darbietende Abänderung der Behaarung, welche die für die Erhaltung der Art wichtigste Lebensthätigkeit, die Brutversorgung, erleichterte und vervollkommnete, durch natürliche Auslese erhalten wurde. Wie sich hier zum grössten Theile die einzelnen Schritte noch erkennen lassen, durch welche die Natur zur Herstellung eines Bombus-Haarkleides, einer Apis-Fersenbürste, eines Megachile- oder Apis-Pollen-Sammelapparates gelangt ist, so zeigt ein Vergleich der Bienenmäuler, dass auch die Verlängerung der Zunge, die Differenzirung der Lippentaster in tastende und scheidenförmig umschliessende Glieder, die Verlängerung und Zuspitzung der Unterkiefer-



laden zu messerförmigen oder langlanzettlichen Chitinplatten, die Verkümmerung der Kiefertaster, die Ausprägung besonderer Chitinleisten an der Basis des Kinnes und zwischen dieser und den Stammstücken der Unterkiefer, endlich die vierfache Zusammenklappung des ganzen Saugapparates nur allmählich und stufenweise erlangt worden ist. Wir wollen uns auf die Vergleichung einer so geringen Zahl von Beispielen beschränken, als zur allgemeinen Begründung dieser Ansicht erforderlich ist.

Fig. 4 zeigt uns die Mundtheile einer *Prosopis*, die noch in allen Stücken als ächte Grabwespenmundtheile durchgehen könnten: die Zunge, ein kurzes, häutiges Läppchen, an der Spitze schwach ausgerandet, ist selbst noch kürzer und einfacher als die des daneben gezeichneten Grabwespenmundes Fig. 3 (*Oxybelus*). Das Kinn, die Angeln und Stammstücke der Unterkiefer sind etwas gestreckter als die der Grabwespe, übrigens nicht verschieden, auch kommen diese Theile bei anderen Grabwespen, z. B. *Cerceris*, ebenso gestreckt wie bei *Prosopis* vor. Die diese Stücke verbindenden Chitinleisten sind noch nicht ausgebildet. Die Lippentaster sind noch gleichmässig viergliedrig, die Kiefertaster gleichmässig sechsgliedrig, wie bei den Grab- und Faltenwespen Fig. 2 u. 3, auch die Kieferlade stellt noch ein ebenso einfaches Chitinblättchen dar, wie bei diesen. Kennten wir die Larvenauffütterung der *Prosopis* nicht, so wären wir durch nichts berechtigt, sie als eine Biene zu betrachten. Vergleichen wir aber mit Fig. 4 die Figuren 23—30, so wie 1 und 22, so sehen wir, wie alle Eigenthümlichkeiten des Mundes „typischer“ Bienen sich in allmählicher Abstufung aus dieser von den Nachbarfamilien noch nicht unterschiedenen Urform entwickelt haben.

Die Zunge ist bei *Macropis* (Fig. 23) kaum länger als bei *Prosopis*, aber mit einem Spitzchen versehen und zierlich behaart; bei *Andrena* (Fig. 24) ist sie schon weit länger als breit, bei *Halictus* (Fig. 26) bereits lanzettförmig und regelmässig quergestreift, die ersten Andeutungen von Haarquirlen darbietend, noch mehr verlängert bei *Panurgus* (Fig. 27), bereits wurmförmig bei *Halictoides*

(Fig. 28), noch länger wurmförmig und zugleich deutlich quergestreift und mit zierlichen Haarquirlen versehen bei *Chelostoma* (Fig. 29), noch etwas länger, auch das Hautläppchen an der äussersten Spitze (y) zeigend bei *Stelis* Fig. 30. Weitere Steigerungen der Länge bieten dann *Diphysis* (Fig. 1) und *Osmia* (Fig. 22) dar. Mit dieser Aneinanderreihung verschieden langer und verschieden ausgeprägter Zungen soll selbstverständlich keine natürliche Verwandtschaftsreihe bezeichnet sein (dem widerspricht schon die bald stärkere, bald wieder schwächere Querstreifung und Haarquirlentwicklung); sie soll vielmehr nur zeigen (und diesen Zweck wird sie gewiss erfüllen), dass in der Länge der Zunge, in dem Uebergange von der flachen abgestutzten zu der lang wurmförmigen Gestalt, in der Entwicklung der Querstreifung, in der Ausbildung der Haarquirle und des Endläppchens sich von *Prosopis* bis zu den ausgeprägtesten Bienen mannichfache Abstufungen finden. Zwischen gleichmässig gegliederten (Fig. 23—26, 28) und differenzirten Lippentastern (Fig. 1 und 22) zeigen uns von den abgebildeten Beispielen *Panurgus* (Fig. 27), *Chelostoma* (Fig. 29) und *Stelis* (Fig. 30) unverkennbare Zwischenstufen: Bei *Panurgus* die beiden untersten Glieder bereits lang gestreckt und ziemlich abgeplattet, zu beiden Seiten der Zunge und dieser gleichlaufend, das dritte Glied in der Richtung schwankend, das vierte als kurze Tastspitze nach aussen gerichtet; bei *Chelostoma* (Fig. 29) die drei, bei *Stelis* (Fig. 30) die zwei untersten Glieder zu die Zunge umschliessenden Platten umgebildet, bei *Chelostoma* das letzte, bei *Stelis* die beiden letzten Glieder kurz, nach aussen gerichtet. Die Unterkieferladen sind bei *Macropis* (Fig. 23) und *Andrena* (Fig. 24. 25) bereits länger als bei *Prosopis*, übrigens aber nicht unterschieden, bei *Halictus* (Fig. 26) mit einem durch eine Einkerbung getrennten, schmalen Endlappen versehen, bei *Panurgus* (Fig. 27) lanzettlich, in eine abgerundete Spitze endend, aber noch ein ziemlich gleichmässig dickes Chitinblatt bildend, bei *Halictoides* (Fig. 28) lanzettlich, spitz, der Länge nach in einen dickern und dünnern Theil differen-

zirt. Sie brauchen sich nun nur noch zu verlängern und die Verdickung auf die Mittellinie zu beschränken, um die Kluft, welche zwischen ihnen und den ausgeprägtesten Bienen-Unterkieferladen (Fig. 1. 22) noch besteht, auszufüllen. Es wäre leicht gewesen, auch diese Zwischenstufen mit Beispielen zu belegen; nur der beschränkte, für die Abbildungen gestattete Raum hat diess verhindert.

Die Verkümmerung der Kiefertaster tritt erst ein, wenn die bisher besprochenen Umwandlungen sich vollendet haben und die Länge der Kiefertaster von der der Zunge und der sie umschliessenden Chitinplatten (Unterkieferladen und untere Glieder der Lippentaster) überholt worden ist. Denn erst, wenn dieser Grad der Entwicklung erreicht ist, hören sie auf, als Tastspitzen nützlich zu sein und fallen daher mehr und mehr der Verkümmerung anheim. Von den abgebildeten Beispielen zeigen Fig. 23—28 noch alle 6, Fig. 22 (*Osmia*) 4, Fig. 30 (*Stelis*) noch 3, Fig. 1 (*Diphysis*) nur noch 2 Kiefertasterglieder.

Die Ausprägung besonderer Leisten in der Chitinhaut, welche die Basis des Kinns mit den Stammstücken der Unterkiefer und mit den Angeln verbindet, tritt ebenfalls allmählich und in unmerklichen Abstufungen auf, jedoch ist es kaum möglich, die Abstufungen der Verdickung einzelner Stellen der Chitinhaut durch Abbildung genau wieder zu geben. Von den abgebildeten Beispielen zeigen Fig. 27 (*Panurgus*) und Fig. 28 (*Halictoides*) die ersten Anfänge, und Fig. 24 (*Andrena*) einen weiter fortgeschrittenen Zustand in der Ausbildung dieser Chitinleisten.

Von den viererlei Beugungen und Streckungen, deren der Saugapparat der ausgeprägtesten Bienen fähig ist und vermöge deren er sich nach Belieben aufs längste hervorstrecken und völlig in die Aushöhlung der Kehle zurückziehen kann, sind die beiden ersten und ursprünglichsten die Drehbarkeit der Angeln um ihren Fusspunkt und die Drehbarkeit der Unterkieferladen nach unten. Nicht nur die Prosopisarten und alle ausgeprägteren Bienen, sondern ebenso die Grab- und Faltenwespen,

drehen die Angeln willkürlich nach hinten und vorn, je nachdem sie die unteren Mundtheile in Ruhe oder in Thätigkeit versetzen wollen und klappen in der Ruhelage die Unterkieferladen nach unten. So lange die Zunge so kurz ist, wie bei *Prosopis*, den Faltenwespen und den meisten Grabwespen, zieht sie sich in der Ruhelage soweit als möglich zurück; sobald sie dagegen soviel an Länge gewonnen hat, dass diess Zurückziehen nicht mehr genügt, um die Oberkiefer unbehindert arbeiten zu lassen, klappt sie sich ebenfalls nach unten um, und zwar geschieht diess ebensowohl bei mit längerer Zunge vesehenen Grabwespen, als bei Bienen, in ausgezeichnet deutlicher Weise z. B. bei *Bembex rostrata* L. Den Bienen eigenthümlich ist daher bloss die Drehbarkeit der Chitinleisten, welche das Wurzelstück des Kinns mit der Basis der Unterkieferstämme verbinden, die sich in gleichem Grade mit diesen Chitinleisten selbst entwickelt hat und die Zusammenklappung der Zungenbasis, die erst erworben wurde, nachdem die wurmförmig gewordene und mit Haarquirlen dicht besetzte Zurge eine solche Länge erreicht hatte, dass sie auch bei zurückgeklappten Chitinleisten von den Hornplatten der Lippentaster und Unterkieferladen nicht mehr vollständig gedeckt wurde.

Dieser Ueberblick dürfte genügen, um zu zeigen, dass auch sämmtliche Eigenthümlichkeiten des Bienenmaules nur allmählich und in stufenweiser Entwicklung erworben sind, und dass diese Entwicklung von solchen Formen angefangen hat, die in ihrer gesammten Organisation keinen einzigen Unterschied von den Grabwespen erkennen lassen.



Dritter Abschnitt.

Die Bienen haben sich dadurch als selbständige Familie von den Grabwespen abgezweigt, dass gewisse Arten sich für die Versorgung ihrer Brut auf Honig und Blüthenstaub beschränkten. Indem diese Beschränkung zur erblichen Gewohnheit wurde, eröffnete sich der Differenzirung ihrer Nachkommenschaft und der Ausprägung mannichfacher Anpassungen an vortheilhaftere Gewinnung von Blüthenstaub und Honig ein ausgedehnter Spielraum. Zahlreiche Lücken in den Verwandtschaftsreihen der Bienen sind durch Annahme neuer, auf die Brutversorgung bezüglicher Gewohnheiten herbeigeführt worden.

In den beiden vorigen Abschnitten ist dargethan worden, dass die Bienen sich von den Grabwespen nur durch Anpassungen an die Gewinnung von Blüthenstaub und Honig unterscheiden, dass aber diese Anpassungen eine wenig unterbrochene Reihe vom höchsten Betrage bis zu Null hinab darbieten, so dass *Prosopis,* welche am Ende dieser Reihe steht, sich vor den Grabwespen durch kein einziges Merkmal mehr auszeichnet und den unmittelbaren Familienzusammenhang der Bienen und Grabwespen deutlich zeigt. Obgleich in vielen Stücken *Prosopis* auch mit den einsam lebenden Faltenwespen übereinstimmt, so geben sich doch diese durch die der Länge nach faltbaren Vorderflügel, die am Innenrande tief ausgeschnittenen Augen, die bis zur Wurzel der Vorderflügel seitlich erweiterte Vorderbrust und die charakteristische Wespenfärbung als eine mit den Bienen in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehende Familie sofort zu erkennen, während sie dagegen in Färbung und Organisation sich an die Grabwespen unmittelbar anschliessen. Eine ganze Gruppe von Grabwespengattungen zeigt mehr oder weniger die eigenthümliche Färbung der Faltenwespen (namentlich *Bembex, Stizus, Hoplisus, Gorytes, Cerceris, Philanthus*); mehrere dieser Gattungen lassen auch die Abstufungen erkennen, welche zu dem tiefen Ausschnitte am Innenrande des Faltenwespenauges geführt haben; denn bei *Gorytes* zeigt der Innenrand des Auges eine



schwache Ausbuchtung, bei *Philanthus* einen tiefen Einschnitt. Auch in der seitlichen Erweiterung der Vorderbrust zeigen die den Faltenwespen ähnlich gefärbten Grabwespen die grösste Annäherung an die Faltenwespen; namentlich ist bei *Philanthus triangulum* F. diese seitliche Erweiterung so stark, dass sie die Wurzel des Vorderflügels fast berührt. Durch die Uebereinstimmung in der Anordnung und Form der Flügelzellen wird der unmittelbare Zusammenhang der Faltenwespen mit den Grabwespen nur bestätigt.

Die Längsfaltung der Vorderflügel dagegen und die rundlichen, dunkler gefärbten Verdickungen der Zungenlappen (Fig. 2) sind Eigenthümlichkeiten der Faltenwespen, welche sie nicht nur von den Grabwespen, sondern ebenso von allen übrigen Hymenopteren unterscheiden und die daher nicht ererbt, sondern nur selbständig erworben sein können [1]). Die Betrachtung der Organisation lässt daher keinen Zweifel, dass die Familie der Faltenwespen sich ebensowohl als die der Bienen aus dem gemeinsamen Stamme der Grabwespen entwickelt hat, dass aber dieser Stamm schon verzweigt war, als Bienen und Grabwespen sich aus ihm entwickelten und dass ein anderer Zweig den Bienen, ein anderer den Faltenwespen den Ursprung gegeben hat.

Wenn manche Schriftsteller den Faltenwespen eine nähere Verwandtschaft zu den Bienen als zu den Grabwespen zuschreiben [2]), weil nur bei Faltenwespen und Bienen, nicht bei Grabwespen staatliches Zusammenleben, Entwicklung geschlechtsloser Individuen und Ausbildung dicht aneinander gedrängter hexagonaler Brutzellen angetroffen wird, so ist daran zu erinnern, dass diese Eigenthümlichkeiten nur bei den fortgeschrittensten, von den Stammeltern am weitesten entfernten Gliedern beider Fa-

---

1) Bei der zu den Faltenwespen gehörigen Gattung *Ceramius Latr.* sind nach Westwood (Introduction to the modern Classification. Vol. II, p. 237. 243) die Flügel noch wagerecht ausgebreitet.

2) Siehe Handbuch der Zoologie von Peters, Carus und Gerstaecker. Band II, Seite 195.

milien sich finden, mithin nicht durch Ererbung von gemeinsamen Stammeltern, sondern nur unabhängig von einander durch analoge Anpassung erlangt sein können.

Sehen wir uns nun, nachdem uns die Betrachtung der Organisation zu einer bestimmten Vorstellung über Familienzusammenhang der Bienen mit den Grab- und Faltenwespen geführt hat, nach dem Unterschiede in der Lebensweise dieser drei Familien um, so wird uns auch die Ursache der Abzweigung der Bienen als selbständige Familie verständlich.

Die Grabwespen versorgen ihre Brut ohne Ausnahme mit frischer Fleischnahrung, nämlich mit Insekten oder deren Larven oder mit Spinnen. Von den meisten Grabwespenarten, deren Lebensweise näher beobachtet ist, steht es fest, dass sie die erbeuteten Thiere, mit denen sie ihre Nachkommenschaft versorgen wollen, nicht tödten, sondern nur durch ihren Stich lähmen, dann in ihre, in der Regel im Sande, im Marke dürrer Brombeerstengel oder in trocknem Holze ausgehöhlte Brutkammer schleppen, darauf, sobald eine für den Bedarf der Larve ausreichende Menge von lebender Fleischnahrung zusammengeschleppt ist, ein Ei an dieselbe legen und nun die Kammer schliessen. Nur *Bembex* tödtet nach Gerstaecker [1]) die erbeuteten Insekten vollständig und bringt den in offner Zelle hausenden Larven täglich neues Futter. (Nach Lepeletier de St. Fargeau, der von der Lebensweise von *Bembex rostrata* nach eigener Beobachtung eine sehr eingehende Beschreibung gibt [2]), würde indess auch diese Art die erbeuteten Fliegen nur lähmen.) Gewisse Arten endlich haben sich an eine Kukukslebensweise gewöhnt, indem sie, anstatt selbst Insekten oder Spinnen für ihre Brut einzuschleppen, ihre Eier in schon versorgte Brutkammern anderer Arten legen.

Während also die Grabwespen ihre Brut ohne Ausnahme auf die eine oder andere Weise mit frischem Fleische

---

1) Handbuch der Zoologie. II, S. 198.

2) Histoire naturelle des Insectes. Hymenoptères. Tome II, pag. 559—563.

auffüttern, nähren sie sich selbst, im fertigen Zustande, sämmtlich von Blumennahrung. Da sie meist mit einem kurzen Saugapparate versehen sind, so ist ihnen nur wenig tief liegender Honig, wie ihn die Blüthen der Umbelliferen, vieler Compositen, Rosaceen, Cruciferen, die von *Ranunculus, Reseda, Jasione, Epilobium, Parnassia, Tilia, Asclepias* darbieten, zugänglich, und solche Blüthen werden daher vorzugsweise von den Grabwespen besucht und ihr Honig gesaugt. Jedoch beschränken sie sich bei ihren Blüthenbesuchen nicht immer auf blossen Honiggenuss, sondern verzehren bisweilen auch Blüthenstaub. Ich vermuthe diess von mehreren Grabwespen, welche ich auch auf völlig honiglosen Blüthen sich andauernd habe herumtreiben sehen (z. B. *Gorytes mystaceus* und *Oxybelus uniglumis* auf den Blüthen von *Clematis recta*); ich weiss es mit Bestimmtheit von mehreren anderen, welche ich mit den Oberkiefern in die Staubbeutel habe einhauen sehen, z. B. *Cerceris variabilis* auf den Blüthen von *Reseda odorata, Cerceris arenaria, labiata* und *variabilis* auf den Blüthen von *Reseda lutea.* Da nun die Bienen, wie aus der Betrachtung der Abstufungen ihrer Eigenthümlichkeiten folgt, von Grabwespen abstammen und auf ihrer untersten Stufe sich von den Grabwespen in der Organisation gar nicht, in der Lebensweise nur dadurch unterscheiden, dass sie ihre Larven, anstatt mit frischem Fleische, mit Blüthenstaub und Honig auffüttern, so bleibt keine andere Annahme möglich, als dass die Stammeltern der Bienen, die ächte Grabwespen waren, dadurch zu Erzeugern einer selbständig sich abzweigenden Familie wurden, dass sie von der erblichen Gewohnheit, ihre Larven mit frischem Fleische aufzufüttern, zu der neuen und durchgreifend verschiedenen Gewohnheit der Auffütterung mit Blüthenstaub und Honig übergingen. Für ein Ueberspringen von einer erblichen Gewohnheit, für deren Fortsetzung die Bedingungen eben nicht ausreichend vorhanden sind, zu einer neuen, durchgreifend verschiedenen, sind bereits so zahlreiche Beispiele aus dem Leben der jetzt lebenden Insekten und namentlich aus dem der Bienen bekannt geworden, dass jene Annahme in Bezug auf die Stamm-

eltern der Bienen gewiss nichts unwahrscheinliches hat. Wenn Grabwespen, die sich selbst mit Honig und Blüthenstaub ernähren und diese Stoffe, im Uebermasse genossen, leicht wieder ausspeien können (wie man sieht, wenn man frisch von den Blüthen weggefangene Exemplare zwischen den Fingern hält), im Falle der Noth einen theilweisen oder gänzlichen Ausfall der lebenden Beute dadurch ersetzen, dass sie den Ueberschuss eigener Nahrung den Larven vorsetzen, so ist das kaum eine stärkere Abweichung von der ererbten Gewohnheit, als wenn Honigbienen, wie uns, wenn ich mich recht besinne, Dohrn in der Stettiner entomologischen Zeitung berichtet hat, die Gunst der Gelegenheit benutzend, ihrer erblichen Gewohnheit, Blumenhonig zu sammeln, gänzlich untreu werden und zu Hunderttausenden in Zuckerraffinerien eindringen, um den Runkelrüben- oder Rohrzucker anstatt des Blumenhonigs zu verwenden. Man möchte geneigt sein zu glauben, dass es, um eine durch lange Vererbung befestigte Gewohnheit zu verlernen und mit einer neuen auf immer zu vertauschen, einer entsprechend langen Zeitdauer bedürfe, und diess ist auch gewiss in denjenigen Fällen richtig, in denen die neue Gewohnheit, um zu einer durchgreifenden und ausschliesslichen werden zu können, eine erhebliche Umwandlung des Organismus erheischt (wie z. B. der Uebergang der Wirbelthiere vom Wasserleben zum Landleben oder von der Bewegung auf dem Lande zur Bewegung in der Luft); aber der Uebergang gewisser Grabwespen von der Versorgung ihrer Brut mit frischem Fleisch zur Versorgung derselben mit Honig und Blüthenstaub konnte sich, wie uns *Prosopis* beweist, vollziehen, ohne dass in der Organisation die mindeste Aenderung eintrat, und ich glaube den Nachweis liefern zu können, dass er für Alte und Junge im hohen Grade vortheilhaft sein musste, indem von Blüthenstaub und Honig ein weit geringeres Gewicht zur Auffütterung einer Larve erforderlich ist, als von Insekten oder Spinnen.

Eine Raupe von *Lophopteryx camelina* [1]), mit der

1) Nach der Bestimmung des Dr. Speyer in Rhoden.

ich am 29. Sept. 1869 ein Weibchen von *Ammophila sabulosa* in seine Bruthöhle kriechen sah, und die ich einige Minuten später mit daran gelegtem Eie ausgrub, wog 0,5129 Gramm; das Ammophilaweibchen selbst wog nur 0,0833 Gramm; das Larvenfutter ist also in diesem Falle 6,1 mal so schwer, als die Grabwespe, welche sich damit vom Ei bis zum fertigen Zustande ernährt.

Dass von Blüthenstaub und Honig eine weit geringere Menge zur Auffütterung der Larven genügt, wird durch folgende, mit möglichster Sorgfalt von mir ausgeführte Wägungen bewiesen:

1) Das gesammte Larvenfutter von *Diphysis serratulae* Pz. nebst Ei in einer grösseren Zelle wog 0,264 Gramm, in einer kleineren 0,1867 Gramm. Vermuthlich würde die erstere Zelle ein Weibchen, die zweite, kleinere ein Männchen ergeben haben; das fertige Weibchen wog 0,0818 Gramm. Also war das Larvenfutter der grösseren Zelle nur 3,2, das der kleinern nur 2,3 mal so schwer als das fertige Insekt.

2) Das gesammte Larvenfutter von *Colletes Davieseana* K. nebst Ei wog 0,1113 Gramm, das fertige Weibchen 0,0354 Gramm. Das Larvenfutter war also 3,1 mal so schwer.

3) Von *Megachile circumcincta* K. wog das gesammte Larvenfutter nebst Ei 0,174 Gramm, das fertige Weibchen 0,0901 Gramm, das Larvenfutter also nur 1,93 mal so viel als das fertige Insect.

Während also eine Grabwespe das Sechsfache ihres eigenen Gewichts als Futter für eine einzelne Larve herbeischleppen musste und von kleinern, mit Flügeln und Beinen oder ausserdem noch mit dicker Chitinhaut versehenen Insekten jedenfalls noch weit mehr, hatte sie, sobald sie, die ererbte Gewohnheit verlassend, zur Auffütterung ihrer Brut mit Blüthenstaub und Honig überging, nur noch das Doppelte bis Dreifache ihres eigenen Gewichts als Futter für die einzelne Larve herbeizuschleppen und war ausserdem einer gefährlichen Concurrenz überhoben, indem sie einen noch unausgefüllten Platz im Naturhaushalt einnahm.



Es lässt sich daher mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Gewohnheit der Larvenauffütterung mit Blüthenstaub und Honig, einmal angenommen, verhältnissmässig rasch zur ausschliesslichen und erblichen wurde; die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme wird noch bedeutend gesteigert, wenn wir in der Familie der Faltenwespen innerhalb der Arten derselben Gattung den Uebergang von der einen zur anderen Brutauffütterungsweise vollzogen sehen.

Während nämlich die den Grabwespen am nächsten stehenden einsam lebenden Faltenwespen mit diesen eine ganz gleiche Art der Brutversorgung und der Selbsternährung theilen, hat sich innerhalb der ebenfalls noch einsam lebenden Gattung *Eumenes* der Uebergang von der ursprünglichen Brutversorgung mit Insekten zu der mit Blumennahrung vollzogen. Denn wie Westwood[1]) mittheilt, versorgt *Eumenes Saundersii* Westw. ihre Brut mit grünen Raupen, während *E. coarctata* L. ihre Brutzellen mit Honig füllt. Ebenso wie letztere versorgen auch alle noch höher entwickelten Faltenwespen, namentlich auch die gesellschaftlich lebenden (*Polistes*, *Vespa*), bei denen sich, wie bei den Bienen, in Folge des geselligen Zusammenlebens Abplattung der in gleichen Zwischenräumen neben einander gedrängten Brutzellen zu hexagonalen Säulen[2]) und Differenzirung der Weibchen in eierlegende und brutversorgende ausgeprägt hat, ihre

---

1) Introduction to the modern classification of Insects. II, p. 242.

2) Dass die Uebereinstimmung in der Form der zu Waben vereinigten Brutzellen bei Bienen und Wespen nicht auf Ererbung von gemeinsamen Stammeltern beruhen kann, wurde bereits oben gezeigt. Uebrigens wird man auch die von beiden Familien unabhängig von einander erworbene regelmässig sechsseitige Säulenform der Brutzellen durchaus nicht auffallend finden, wenn man erwägt, dass zahlreiche gleiche Cylinder mit biegsamen Wänden, die in gleichen Abständen von einander stehen und sich so lange gleichmässig erweitern, bis ihre Wände sich vollständig abgeplattet haben, dadurch nothwendig sich in regelmässig 6-, 4- oder 3seitige Säulen umwandeln, mit der geringsten Abweichung von der Cylinderform, also am leichtesten, natürlich in sechsseitige.

Larven mit Honig [1]), während die fertigen Wespen selbst, anstatt die Insektenjagd, die ihnen früher zur Versorgung ihrer Brut diente, aufzugeben, dieselbe nun zur Befriedigung ihrer eigenen Gefrässigkeit neben dem Honiggenuss in Anwendung bringen.

Wenn nun in der Familie der Faltenwespen die unzweideutige Thatsache vorliegt, dass der Uebergang von der Larvenversorgung mit frischem Fleisch zur Larvenversorgang mit Blumennahrung sich innerhalb desjenigen Zeitraums vollendet hat, welcher zur Ausprägung zweier verschiedener Arten derselben Gattung erforderlich war, so lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diejenigen Grabwespen, welche zuerst zu derselben Abänderung der Brutversorgung sich veranlasst fühlten, ebenfalls in verhältnissmässig kurzer Zeit die ererbte Gewohnheit der Brutversorgung mit erjagten Thieren verlernten und sich ausschliesslich auf Versorgung ihrer Brut mit Blüthenstaub und Honig beschränkten.

Sobald diess aber geschehen war, waren die ersten Bienen fertig. Von der Concurrenz ihrer nächsten Verwandten befreit, hatten dieselben ein weites Feld noch unbesetzter Plätze im Naturhaushalte vor sich und konnten sich daher in ungewöhnlichem Grade vermehren. Wenn Abänderungen auftraten, was in Folge der veränderten Nahrung der Larven wahrscheinlich unausbleiblich war, so war der Divergenz der Formen ein weiter Spielraum geöffnet, da nach verschiedenen Richtungen hin eine

---

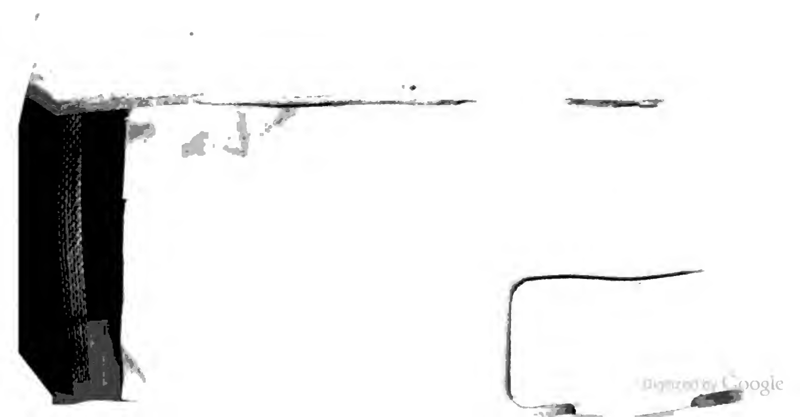
1) Ich habe mich selbst zu wenig mit der Beobachtung der gesellig lebenden Wespen beschäftigt, um die allgemeine Angabe, dass dieselben mit blossem Honig vom Eie bis zum fertigen Zustande aufgefüttert würden, auf Grund eigener Beobachtungen für unrichtig erklären zu können, kann mich aber doch nicht enthalten, auf die absolute Unmöglichkeit des behaupteten Vorgangs vom chemischen Gesichtspunkte aus hinzuweisen. Eine bloss aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Verbindung vermag selbstverständlich keinen Insektenleib aufzubauen. Entweder wird den Wespenlarven mit dem Honig zugleich Blüthenstaub oder neben demselben Fleisch verabreicht, oder der angebliche Honig ist kein Honig, sondern eine an stickstoffhaltigen Verbindungen reiche Flüssigkeit.

bessere Anpassung an die neuen Lebensbedingungen möglich war. Da die Bienen nicht, wie die zur Larvenversorgung mit Blumennahrung übergehenden Faltenwespen, die Insektenjagd neben dem Gewinnen der Blumennahrung zur Befriedigung eigener Beute- und Fresslust beibehielten, sondern sich für ihre eigene und ihrer Larven Ernährung ausschliesslich auf Honig und Blüthenstaub beschränkten, so konnte natürliche Auslese sie in weit durchgreifenderer Weise ihrer Nahrungsgewinnung anpassen als die Faltenwespen.

Indem die für die Pollengewinnung vortheilhaften Abänderungen der Behaarung und der Fussform durch natürliche Auslese erhalten wurden, durch Vererbung sich befestigten und durch Hinzutreten neuer Abänderungen sich steigerten, bildeten sich jene Abstufungen der allgemeinen Körperbehaarung, der Fersenbürsten und des besonderen Pollen-Sammelapparates, welche wir im vorigen Abschnitte betrachtet haben. Indem Abänderungen der Mundtheile, welche ein Gewinnen des Honigs auch aus längeren Blüthenröhren gestatteten, ihren Besitzern über die weniger vortheilhaft abgeänderten Artgenossen den Sieg verschafften, steigerte sich allmählich die Zungenlänge so wie die Länge der sie umschliessenden Unterkieferladen und traten überhaupt in zahlreichen Abstufungen allmählich diejenigen Eigenthümlichkeiten der unteren Mundtheile ein, durch welche dieselben eben so leicht aufs längste hervorgestreckt, als nach vierfacher Zusammenklappung völlig aus dem Bereich der Oberkiefer zurückgezogen werden können. Wären alle jene Abstufungen, welche von den ursprünglichen Bienenformen zu den ausgeprägtesten führen, erhalten geblieben, so würde ein genauerer Vergleich der jetzt lebenden Formen sehr leicht und sicher sämmtliche Verzweigungen des Bienenstammbaumes erkennen lassen. Ausser den uns unbekannten und nachträglich nicht mehr zu ermittelnden Ursachen, welche in der Familie der Bienen, wie in jeder Abtheilung des Thierreichs, massenhaftes Erlöschen der die heute lebenden Arten dereinst verbindenden Zwischenglieder bewirkt haben, hat aber in der Familie der Bienen

die ausschliessliche Beschränkung auf Blüthenstaub und Honig in dem Grade, als die Anpassungen sich steigerten, stufenweise zur Annahme neuer, auf die Brutversorgung bezüglicher Gewohnheiten geführt, deren jede eine erhebliche Lücke in der fortlaufenden Verwandtschaftsreihe gerissen zu haben scheint. Wenigstens finden wir, wenn die Verwandtschaftsreihen der Bienen von den am wenigsten ausgeprägten bis zu den ausgeprägtesten Bienenformen zu verfolgen suchen, jedesmal an denjenigen Stellen die grössten Lücken, welche durch den Uebergang zu einer neuen Gewohnheit bezeichnet sind. Folgende Beispiele werden die Richtigkeit dieser Behauptung ausser Zweifel stellen:

1) *Prosopis*, welche von allen einheimischen Bienen den Stammeltern der Familie durch den völligen Mangel besonderer Anpassungen an die Gewinnung des Blüthenstaubs und Honigs am nächsten steht, kleidet ihre im Marke dürrer Brombeerstengel oder in losem Sande angefertigten Höhlen mittelst der Zunge mit Schleim aus, um in den aus dem getrockneten Schleim gebildeten dünnhäutigen Zellen Larvenfutter und Ei zu verwahren. Wir können nicht wissen, ob sie diese Gewohnheit von den Stammeltern der Familie ererbt oder selbständig erworben hat. Im ersteren Falle haben die von *Prosopis* abgezweigten Bienen, welche die Zunge bloss zum Honiglecken benutzen, eine neue, auf die Brutversorgung bezügliche Gewohnheit angenommen, indem sie, auf das Auskleiden der Höhle mit Schleim verzichtend, die Zunge dem ausschliesslichen Dienste der Honiggewinnung widmeten, wodurch sie erst jener erstaunlichen Vervollkommnung fähig wurde, die wir an den typischen Bienen bewundern. Im letztern Falle hat *Prosopis* sich von der untersten Stufe des Bienenstammes abgezweigt durch Annahme einer Gewohnheit, die zwar bessere Verwahrung der Brut und ihres Futters zur Folge hatte und daher unmittelbar von bedeutendem Vortheil war, die aber für die Folge eine erhebliche Steigerung der Anpassung der Zunge an die Honiggewinnung unmöglich machte. In jedem Falle ist also *Prosopis* von denjenigen Bienen,



welche ihre Zunge nur zum Honiglecken gebrauchen, durch eine auf die Brutversorgung bezügliche neu angenommene Gewohnheit getrennt, gleichzeitig aber durch eine sehr erhebliche Lücke in der Verwandtschaftsreihe.

2) Die einzige einheimische Gattung, welche mit *Prosopis* die Gewohnheit, ihre Bruthöhlen mit Schleim auszukleiden und zugleich die kurze, breite Zungenform theilt, ist *Colletes.* Kirby [1]) sieht sich durch diese einzige Uebereinstimmung veranlasst, *Colletes* [2]) und *Prosopis* [3]) als nächstverwandte Gattungen zu betrachten und spätere Entomologen folgen ihm darin [4]). In der gesammten Körperbildung, in der Ausbildung des allgemeinen Haarkleides, der Fersenbürsten, des besonderen Pollen-Sammelapparates der Hinterbeine, endlich in der Vertheilung der Flügelnerven und der Fühlerform, ist aber *Colletes* von *Prosopis* so himmelweit verschieden und andererseits der Gattung *Andrena* so ähnlich (man vergleiche z. B. *Andrena Trimmerana* K. ♀ mit *Colletes cunicularia* L. ♀), dass es kaum einem Zweifel unterliegen kann, dass sich *Colletes* als selbständige Gattung von den Andrenen oder ihren Stammeltern nur durch den Uebergang zur Gewohnheit der Schleimauskleidung der Brutzelle und dieser Gewohnheit entsprechende Anpassung der Zungenform abgezweigt hat. Auch in diesem Falle sind aber die Zwischenglieder, welche die Kluft zwischen der Zungenbildung von *Andrena* und *Colletes* ursprünglich ausgefüllt haben, wenigstens soweit die einheimische Bienenwelt ein Urtheil darüber gestattet, vollständig ausgestorben.

3) Dass auch die zwischen den nächstverwandten Gattungen *Sphecodes* einerseits, und *Halictus, Andrena* andrerseits ursprünglich jedenfalls vorhanden gewesenen Zwischenstufen der Körperbehaarung, der Fersenbürsten

---

1) Monographia apum Angliae Tab. I. Pars tertia p. 4. 5.
2) Bei Kirby Melitta (a) * a.
3) Bei Kirby Melitta (a) * b.
4) Vergleiche Westwood, Introduction II, p. 264 und 265 (*Prosopis* wird hier *Hylaeus* genannt), Smith, Catalogue of british Hymenoptera Part I. Apidae p. 2—15.



und des Pollen-Sammelapparates völlig erloschen sind, wurde bereits oben angeführt und zu erklären versucht.

4) Auch diejenigen Bienen, welche die Gewohnheit angenommen haben, den in den Sammelapparat anzuhäufenden Blüthenstaub vorher mit Honig zu benetzen, sind durch eine bedeutende Lücke in der Verwandtschaftsreihe von denjenigen getrennt, welche trocknen Blüthenstaub einsammeln. *Macropis* ist die einzige einheimische Form, bei der sich die Gewohnheit, durchfeuchteten Blüthenstaub einzusammeln, ohne gleichzeitige Beschränkung des Sammelapparates auf die Schienen und ohne gleichzeitiges Verschwinden der Behaarung von der Sammelfläche und Beschränken auf den Rand derselben findet. Die mannichfachen Abstufungen, welche zwischen derjenigen Form des Sammelapparates, welche *Macropis* darbietet und derjenigen der Hummeln und Honigbienen ursprünglich ohne Zweifel bestanden haben, sind, soweit die einheimische Bienenwelt ein Urtheil gestattet, ebenfalls erloschen.

Wenn hiernach nicht bezweifelt werden kann, dass der Uebergang zu einer neuen, für die Brutversorgung günstigeren Gewohnheit jedesmal eine erhebliche Lücke in diejenige Verwandtschaftsreihe der Bienen, in welcher die Gewohnheit sich ausprägte, gerissen hat, so haben wir uns nach einem gemeinsamen Grunde für eine so allgemeine Erscheinung umzusehen. Die Selectionstheorie gibt auch hier eine eben so einfache als ausreichende Erklärung:

Jede neu angenommene Gewohnheit der Bienen, welche eine erfolgreichere Gewinnung von Blüthenstaub oder Honig ermöglichte, eröffnete, sobald sie durchgreifend und erblich geworden war, der natürlichen Auslese ein neues Feld. Denn von den variirenden Nachkommen der zu der neuen Gewohnheit übergegangenen Art mussten, da sie gleichen Lebensbedingungen unterworfen und desshalb im lebhaftesten Kampfe um das Dasein begriffen waren, die der neuen Gewohnheit am besten entsprechenden Abänderungen als Sieger aus dem Kampfe um das Dasein hervorgehen und die allein überlebenden bleiben, der neuen Gewohnheit weniger entsprechende Abänderungen wurden durch die natürliche Auslese rücksichtslos

ausgejätet, wofern sie nicht durch irgend welche anderen Vortheile den aus der geringeren Anpassung an die neue Gewohnheit entspringenden Nachtheil aufzuwiegen vermochten. Daraus ergibt sich aber als unvermeidliches Endresultat, dass wir in den Verwandtschaftsreihen der Bienen, wenn wir dieselben von den am wenigsten ausgeprägten bis zu den ausgeprägtesten Bienenformen zu verfolgen suchen, immer an denjenigen Stellen die grössten Lücken finden, welche durch den Uebergang zu einer neuen Gewohnheit bezeichnet sind.

Vierter Abschnitt.

Die Abzweigung der Bienen von den Grabwespen und die Spaltung der Bienenfamilie in besondere Zweige aus blossen Abänderungen der Weibchen hervorgegangen. Wichtigkeit der sekundären Geschlechtsunterschiede für Erkennung des verwandtschaftlichen Zusammenhanges von Gattungen und Arten. Vorläufige Uebersicht derselben.

Wenn die Schlussfolgerungen der vorhergehenden Abschnitte richtig sind, so haben sich die Bienen dadurch als selbständige Familie von den Grabwespen abgezweigt, dass gewisse Grabwespen der ererbten Gewohnheit, ihre Brut mit eingefangenen Insekten oder Spinnen zu versorgen, untreu wurden und die Brutversorgung mit Blüthenstaub und Honig zu ihrer ausschliesslichen Gewohnheit machten; die Ausbildung der „typischen“ Bienen ist dann in allmählicher, stufenweiser Entwicklung dadurch zu Stande gekommen, dass die sich darbietenden Abänderungen der allgemeinen Körperbehaarung, der Behaarung und Breite der Fersen, der Behaarung der Hinterbeine, der Hinterbrust und der Bauchseite des Hinterleibes, insofern sie eine raschere und reichere Ausbeute an Blüthenstaub ermöglichten, ebenso die sich darbietenden Abänderungen der unteren Mundtheile, insofern sie die Honiggewinnung begünstigten, durch natürliche Auslese erhalten, durch Vererbung befestigt und durch Hinzutreten neuer vortheilhafter Abänderungen zu einem sehr hohen Betrage gesteigert wurden.

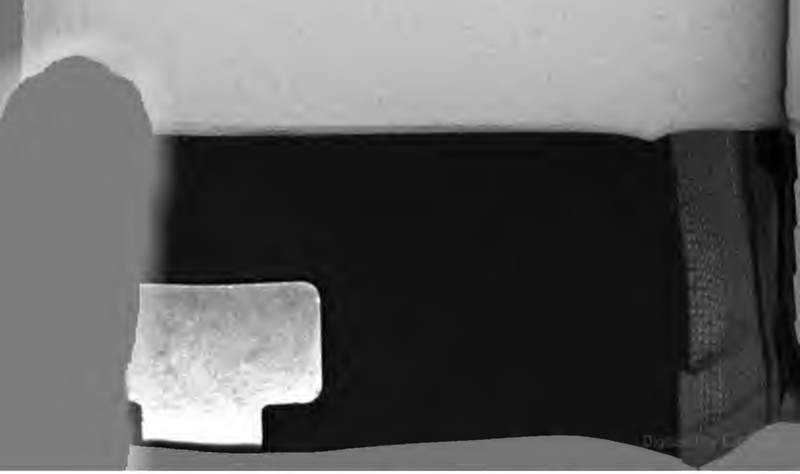
Da die Brutversorgung bei den Bienen, eben so wohl wie bei den Grab- und Faltenwespen, ausschliesslich Sache der Weibchen ist, so können diejenigen Anpassungen, welche nur der Brutversorgung dienen, auch nur durch Abänderungen der Weibchen erworben sein. Das gilt unbedingt von allen Anpassungen an vortheilhaftere Blüthenstaubgewinnung, da der eingesammelte Blüthenstaub lediglich zur Larvenbeköstigung Verwendung findet, in beschränkterer Weise vielleicht von den Anpassungen an vortheilhaftere Honiggewinnung, da dieselben nicht nur der Larvenbeköstigung, sondern auch der eigenen Ernährung zu statten kommen, mithin auch den Männchen nützlich werden. Ohne Zweifel ist also nicht nur die erste Abzweigung der Bienen von den Grabwespen durch blosse Abänderung einer Gewohnheit der Weibchen bewirkt worden, sondern auch die Spaltung der Bienenfamilie in einen Zweig, der den Blüthenstaub mittelst der Haare der Hinterbeine und in einen anderen Zweig, der ihn mittelst der Bauchhaare einsammelt, die weitere Spaltung des ersteren Zweiges in eine Abtheilung, bei der die Behaarung der ganzen Hinterbeine von den Fersen bis zu den Hüften hinauf und oft noch die Behaarung der Hinterbrust als Sammelorgan dient, in eine zweite, von dieser abgeleitete Abtheilung, bei der sich die Pollenanhäufung auf Schienen und Fersen beschränkt und in eine dritte, wieder von der zweiten abgeleitete Abtheilung, bei welcher mit Honig durchfeuchteter Blüthenstaub bloss auf die spiegelglatte, von steifen Haaren umzäunte Aussenfläche der Schienen angehäuft wird: auch alle diese und einige weitere Verästelungen des Bienenstammbaumes sind selbstverständlich bloss durch Abänderungen der Weibchen bewirkt worden. Wären die Männchen dabei unverändert geblieben, oder nur den ihnen eigenthümlichen Lebensverrichtungen durch natürliche Auslese angepasst worden, so würde es leicht sein, den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Familienzweige der Bienen aus der Uebereinstimmung der Männchen zu erkennen. Aber alle Anpassungen der Weibchen haben sich, soweit sie nicht besonderen Verrichtungen des

Männchens hinderlich gewesen wären, wenn sie sich auch bei ihm ausgeprägt hätten (wie z. B. die Ausbildung dichter langer Bauchhaare das Männchen bei der Begattung gestört hätte), bald unverändert, bald abgeschwächt auch auf die Männchen vererbt, die daher bei den ausgeprägten Bienen ungewöhnlich reichlich mit ihnen völlig nutzlosen Anpassungen ausgestattet sind.

Sie haben eine aus Fiederhaaren bestehende Körperbekleidung und verbreiterte Fersen mit Bürstenhaaren auf der Unterfläche, ohne Gebrauch davon zu machen; selbst der besondere Pollensammelapparat findet sich, wenn auch meist viel weniger ausgeprägt, insoweit er nicht direct nachtheilig sein würde, bei ihnen wieder, und zwar bis zu den letzten Differenzirungen und Vervollkommnungen, die er, wie wir sahen, bei Hummeln und Bienen darbietet.

Die Zwischenstufen zwischen völlig behaarter und zwischen spiegelglatter, nur am Rande mit steifen Haaren umgrenzter Aussenfläche der Hinterschienen, nach denen wir uns bei Weibchen der jetzt lebenden Bienenarten vergeblich umsehen, finden wir daher bei den Männchen, bei denen die von den Weibchen ererbten Anpassungen nutzlos und daher der natürlichen Auslese gänzlich entzogen sind, in einer ununterbrochenen Reihe unmerklichster Abstufungen erhalten; am Ende dieser Reihe steht *Bombus lucorum* L., denn die Männchen dieser Art haben nicht selten eben so stark verbreiterte, auf der Aussenfläche eben so spiegelglatte und am Rande derselben ebenso von langen, steifen Haaren umzäunte Hinterschienen als die Weibchen.

Wenn so schon die den Männchen völlig nutzlosen Anpassungen der Weibchen oft in abgeschwächter, oft aber auch in fast gleicher oder ganz gleicher Ausprägung auf die Männchen vererbt werden, so ist dies selbstverständlich noch mehr mit den jedenfalls auch zunächst von den Weibchen erworbenen, doch auch den Männchen nützlichen Anpassungen der unteren Mundtheile an vortheilhaftere Honiggewinnung der Fall. In der That stimmt in den meisten Fällen der Saugapparat der Männchen



völlig mit dem der Weibchen überein. Durch dieses Vererben der Anpassungen der Weibchen auf die Männchen geht nun die Möglichkeit, aus der Aehnlichkeit der Männchen den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Familienzweige zu erkennen, in dem Grade verloren, dass es bis zu einem gewissen Grade der Verästelung sehr wohl möglich ist, den Stammbaum der Bienen zu erforschen, ohne sich um die Existenz der Männchen im mindesten zu bekümmern. Sobald wir aber zu den feineren Verästelungen des Stammbaumes, zur Spaltung der untergeordneten Gruppen in Gattungen und Arten, gelangen, treffen wir fast ebenso häufig auf Beispiele, in denen die Aehnlichkeit der Männchen, als auf solche, in denen die Aehnlichkeit der Weibchen uns den verwandtschaftlichen Zusammenhang erkennen lässt. So sind z. B., wie bereits weiter oben angeführt wurde, die Männchen von *Cilissa leporina* Pz. (*tricinca* K.) denen von *Dasypoda hirtipes* L. oft zum Verwechseln ähnlich, dagegen die Weibchen beider so auffallend verschieden, dass man, wenn man sie allein ins Auge fasste, schwerlich so bald auf den Gedanken kommen würde, sie als nächstverwandt zu betrachten. Umgekehrt sind sich die Weibchen von *Eucera* und *Anthophora* weit ähnlicher als die Männchen. In diesen beiden Fällen handelte es sich um nahverwandte Gattungen. Ziemlich zahlreiche Beispiele für beiderlei Fälle liessen sich von nächstverwandten Arten anführen.

Um nun den systematischen Werth solcher auffallender Unterschiede des einen Geschlechts zweier Arten oder Gattungen bei grosser Aehnlichkeit des andern Geschlechts richtig würdigen zu können, ist es unerlässlich, über die bei den Bienen überhaupt vorkommenden secundären Geschlechtsunterschiede sich einen allgemeinen Ueberblick zu verschaffen und die Bedeutung der einzelnen derartigen Unterschiede soweit als möglich aus den verschiedenen Lebenthätigkeiten der Männchen und Weibchen sich verständlich zu machen.

Allgemeine Uebersicht derjenigen Lebensthätigkeiten, in denen sich Männchen und Weibchen der Bienen ausser der geschlechtlichen Thätigkeit unterscheiden und der daraus sich ergebenden secundären Geschlechtsunterschiede.

Nach ihrem Endresultate lassen sich die Lebensverrichtungen der Bienen, wie aller Thiere, in drei Klassen ordnen; sie dienen entweder der Erhaltung des Individuums (a), oder sie verhelfen demselben zur Begattung und Fortpflanzung (b), oder sie dienen zur Erhaltung der Nachkommenschaft (c).

a) Die Selbsterhaltung der Männchen und Weibchen ist bis nach vollzogener Begattung für das Erhaltenbleiben der Art offenbar von gleicher Wichtigkeit. Auf Selbsterhaltung bezügliche secundäre Geschlechtsunterschiede, welche bis zu diesem Zeitpunkte zur Anwendung gelangen, haben sich daher nur insofern entwickeln können, als die beiden Geschlechter schon vor der Begattung verschiedene Lebensverrichtungen ausüben und sich damit verschiedenen Gefahren aussetzen. Soweit mir die Lebensweise der Bienen bekannt ist, bieten indess Männchen und Weibchen auch vor der Begattung keinerlei Verschiedenheit der Lebensthätigkeit dar, die nicht entweder auf das Erlangen der Begattung oder auf die Versorgung der Nachkommenschaft Bezug hätten. Nach erfolgter Begattung ist die Selbsterhaltung des Männchens für das Erhaltenbleiben der Art völlig gleichgültig und daher der Herrschaft der natürlichen Auslese ganz entzogen. Daher sehen wir die Männchen der Bienen nach erfolgter Begattuug rascher Vernichtung preisgegeben. Die Selbsterhaltung der Weibchen bleibt so lange für die Erhaltung der Art von Wichtigkeit, bis die Versorgung der Brut vollendet ist, von da ab theilen sie das Schicksal der Männchen. Es geht daraus hervor, dass auf Selbsterhaltung bezügliche secundäre Geschlechtsunterschiede überhaupt nur insoweit bei den Bienen vorkommen können, als sie durch das Streben nach Begattung oder durch die Sorge für die Nachkommenschaft bedingt sind, dass sie also naturge-

mäss auch nur im Anschlusse an diese betrachtet werden können.

b) Der Trieb, zur Begattung und Fortpflanzung zu gelangen, ist zwar beiden Geschlechtern gemeinsam, jedoch fällt in dem Streben nach diesem Ziele auch bei den Bienen dem Männchen eine vorwiegend active, dem Weibchen eine mehr passive Rolle zu. Die auf dieses Ziel bezüglichen vortheilhaften Eigenthümlichkeiten müssen daher bei beiden Geschlechtern wesentlich verschieden sein.

Die Männchen suchen die Weibchen auf; sie kämpfen, wenn die Weibchen in Minderzahl vorhanden sind[1]), um den Besitz derselben, oder wenn die Weibchen erst nach ihnen ausschlüpfen, wie z. B. bei den *Andrenen* und *Osmien*, um den Besitz der zuerst erscheinenden; sie halten die erlangten Weibchen bis nach vollzogener Begattung fest. Eine passive Rolle spielen sie dabei nur insofern, als die Weibchen selbst freie Auswahl unter verschiedenen Bewerbern ausüben und sich den weniger angenehmen entziehen können. So oft nun die Weibchen in der Minderzahl vorhanden sind, bleibt nothwendigerweise ein Theil der Männchen von der Begattung ausgeschlossen und hinterlässt keine Nachkommen. In allen Fällen ferner, in denen die Männchen vor den Weibchen ausschlüpfen, hinterlassen diejenigen Männchen, welche die zuerst erscheinenden Weibchen erwerben durchschnittlich die zahlreichste Nachkommenschaft, da ein Weibchen um so zahlreichere Brutzellen anfertigen und mit Larvenfutter und einem Ei versorgen kann, je zeitiger es anfängt. Da nun die Nachkommen derjenigen Männchen, welche die zahlreichste Nachkommenschaft hinterlassen, diejenigen Eigenthümlichkeiten ererben, durch welche es ihren Vätern gelang, sich in den Besitz der frühzeitigsten Weibchen zu setzen und in Folge dessen wieder die zahlreichtsen Nachkommen hinterlassen werden, so muss ihr Ueberwiegen schliesslich zum Allein-

[1]) Dass dies bei den Bienen häufig der Fall ist, werde ich im folgenden Abschnitte durch zahlreiche Beispiele belegen.

übrigbleiben führen [1]). Abänderungen, welche den Männchen das Aufsuchen der Weibchen erleichterten, oder sie in den Stand setzten, Mitbewerber wegzubeissen, oder sonst wie zu verdrängen, oder welche sie zu erfolgreicherem Festhalten der Weibchen befähigten oder endlich, welche sie den Weibchen angenehmer machten oder überhaupt auf die geschlechtliche Auswahl der Weibchen einwirkten, mussten daher sowohl in den Fällen, in denen die Weibchen in Minderzahl waren, als in denjenigen, in denen sie erst nach den Männchen ausschlüpften, durch natürliche Auslese erhalten und ausgeprägt werden.

Den Weibchen fällt in dem Streben nach Begattung eine überwiegend passive Rolle zu. Sie lassen sich von den Männchen aufsuchen, oft erst nach langem Ausweichen mühsam erjagen, wenn sie in Ueberzahl vorhanden sind [2]), auswählen und in jedem Falle während der Begattung festhalten; selbstthätig äussern sie sich dabei höchstens insofern, als sie, wenn sie zwischen mehreren Bewerbern zu wählen haben, demjenigen, welcher ihnen weniger gefällt, sich zu entziehen suchen und denjenigen, der ihnen am besten gefällt, zulassen. In denjenigen Fällen, in denen die Zahl der Weibchen so überwiegend ist, dass nicht alle von den vorhandenen Männchen befruchtet werden können, werden natürlich diejenigen durchschnittlich am häufigsten unbefruchtet bleiben und keine Nachkommenschaft hinterlassen, oder am spätesten befruchtet werden und die am wenigsten zahlreiche Nachkommenschaft hinterlassen, welche die wenigsten Reize für die Männchen besitzen oder welche am wenigsten leicht festgehalten werden können; solche Abänderungen werden

1) Die Ausführlichkeit, mit welcher Darwin in seinem neuesten Werke „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl“ die hier in Anwendung kommenden Schlussfolgerungen behandelt hat, gestattet mir, mit dem Hinweise auf dieses Werk mich in der allgemeinen Begründung möglichst kurz zu fassen.

2) Dass auch dies bei den Bienen häufig vorkommt, wird im nächsten Abschnitte durch Beispiele belegt werden.

daher unmittelbar oder allmählig aussterben. Dagegen wird natürliche Auslese sowohl, falls die Weibchen in sehr grosser Ueberzahl vorhanden sind, als auch wenn die Männchen erst nach den Weibchen erscheinen und die zuerst erscheinenden daher freie Wahl haben, Abänderungen der Weibchen, welche einen überwiegenden Reiz für die Männchen haben, oder auch solche, welche bewirken, dass die Weibchen während der Begattung leichter festgehalten werden können, zum Uebergewicht über weniger begünstigte Abänderungen zu bringen und schliesslich zu den allein überlebenden zu machen vermögen. Es lässt sich dagegen nicht denken, dass die Fähigkeit der Weibchen, weniger angenehmen Bewerbern sich zu entziehen, ebenfalls unmittelbar durch natürliche Auslese gesteigert werden könne. Denn wenn Weibchen, welche diese Fähigkeit in geringerem Grade besitzen, dadurch genöthigt sind, weniger angenehme Bewerber zuzulassen, so gelangen sie doch immerhin zur Fortpflanzung und hinterlassen eine Nachkommenschaft, der sie ihre Eigenthümlichkeiten vererben. Da aber dem Bienenweibchen dieselbe Behendigkeit, welche es ihm möglich macht, weniger angenehmen Bewerbern sich zu entziehen, unter anderen Lebensbedingungen, denen es unzweifelhaft auch ausgesetzt wird, z. B. bei feindlichen Angriffen, von entscheidendem Vortheil wird, so kann sich mittelbar allerdings auch die Fähigkeit der Weibchen, sich weniger angenehmen Bewerbern zu entziehen, durch natürliche Auslese steigern.

c) Die Sorge für die Nachkommen liegt bei den Bienen ganz ausschliesslich den Weibchen ob; sie wählen die Brutstätten, sie bauen und verwahren die Brutzellen, sie speichern in denselben diejenige Menge von Nahrungsstoffen auf, welche zur vollen Entwicklung der Nachkommen vom Ei bis zum fertigen Zustande ausreicht, oder, wenn sie sich an eine Kukuks-Lebensweise gewöhnt haben, so sind sie es wenigstens, welche sich in mit Larvenfutter versehene Brutzellen anderer Arten einschleichen und ihre Eier an Stellen ablegen, wo die ausschlüpfenden Larven ihren Lebensbedarf vorfinden. Bei

diesen auf die Versorgung der Nachkommenschaft bezüglichen Verrichtungen setzen sie sich überdies Gefahren aus, von welchen die Männchen verschont bleiben. Ausserdem fristen sie bisweilen, um, schon im Herbste befruchtet, ihre Eier zur geeigneten Jahreszeit ablegen zu können, ihr Dasein den ganzen Winter hindurch, während die Männchen alsbald nach erfolgter Begattung zu Grunde gehen. Der Ausprägung solcher Eigenthümlichkeiten, welche sich unmittelbar oder mittelbar auf die Versorgung und Erhaltung der Nachkommenschaft beziehen, ist daher bei den Weibchen der Bienen ein ausserordentlich weites Feld eröffnet, und es ist bereits in den vorigen Abschnitten nachgewiesen worden, dass sowohl die Entstehung der Bienenfamilie überhaupt, als ihre Spaltung in verschiedene Familienzweige ausschliesslich durch die Ausprägung auf die Larvenversorgung bezüglicher Eigenthümlichkeiten der Weibchen bedingt gewesen ist. Versuchen wir, um eine geordnete und vollständige Betrachtung dieser reichen Klasse von Anpassungen anstellen zu können, einen vorläufigen Gesammtüberblick über dieselben zu gewinnen.

Der grösste Gegensatz, welcher sich in der Lebensweise der Bienenweibchen findet, ist der zwischen selbstsammelnden und schmarotzenden Arten. Die möglichen Anpassungen dieser beiden, zwar nicht durch ihre Verwandtschaft, wohl aber durch ihre Lebensweise scharf gesonderten Gruppen, werden daher am zweckmässigsten zunächst gesondert betrachtet.

Bei den selbstsammelnden Arten mussten zunächst alle diejenigen Abänderungen im Vortheile sein und daher die überlebenden bleiben, welche zur Gewinnung des Blüthenstaubes und Honigs besser geeignet waren (die hierdurch bedingten stufenweisen Vervollkommnungen der Organisation sind in den ersten Abschnitten bereits erörtert), sodann aber auch diejenigen, welche das gesammelte Larvenfutter und die Larven selbst am besten gegen klimatische Einflüsse und gegen feindliche Angriffe zu schützen vermochten.

Mittelbar musste aber der Erhaltung der Nach-



kommenschaft auch jede Abänderung der mütterlichen Exemplare zu statten kommen, welche diese selbst während der Brutversorgung schützte. Wenn ferner irgendwelche selbstsammelnde Art ihren Verbreitungsbezirk in Gegenden mit längerem oder strengerem Winter ausdehnte, so waren alle Individuen, welche denselben nicht zu überdauern vermochten, unrettbar der Vernichtung preisgegeben; es konnten daher in solchen Gegenden durch eine absolut strenge natürliche Auslese nur solche Bienen erhalten bleiben, welche entweder gegen die Einflüsse der langen kalten Jahreszeit hinreichend geschützte Brutzellen anfertigten oder als fertige Insekten im befruchteten Zustande den Winter zu überdauern vermochten. Wenn durch mehrere der eben angedeuteten Anpassungen gleichzeitig mit der Erhaltung der Nachkommenschaft auch die Erhaltung der Mutter gesichert wird, so dass es scheinen kann, als ob diese Anpassungen mit demselben Rechte als auf Erhaltung des Individuums bezüglich betrachtet werden könnten, so ergibt doch eine sehr einfache Ueberlegung, dass die Erhaltung der Nachkommenschaft für die natürliche Auslese weit entscheidender wirken muss, als die Erhaltung des mütterlichen Individuums; denn ein Ueberleben der Art ist wohl ohne erstere, aber nicht ohne letztere möglich. In der That finden sich gerade in der Familie der Bienen auffallende, die Erhaltung der Nachkommenschaft sichernde Anpassungen, durch welche zahlreiche Individuen zu Grunde gehen oder zu einem verkümmerten Dasein verdammt sind. So können z. B. die im Herbste aussterbenden Staaten der Hummeln (ebenso wie die der Wespen) nur dadurch entstanden sein, dass die Auffütterung der Bru und ihre Vertheidigung gegen Feinde durch eine Gesellschaft zusammen wirkender Individuen gesicherter ist, als bei einzeln lebenden Arten, indem, wenn auch zahlreiche Ernährerinnen und Vertheidigerinnen vernichtet werden, doch leicht eine zur Versorgung und Schützung der Brut und damit zur Erhaltung der Art ausreichende Zahl übrig bleibt. Der Vortheil, den in diesen Staaten die Einzelwesen von ihrem Zusammenwirken haben, ist

dagegen sehr unerheblich, da sie den Hauptgefahren, welche ausserhalb des Nestes sie selbst bedrohen, einzeln entgegentreten müssen. Noch augenfälliger tritt das Uebergewicht, welches für die natürliche Auslese die Erhaltung der Nachkommenschaft über die Erhaltung der diese versorgenden Individuen hat, in der Arbeitstheilung hervor, welche, mehr oder weniger ausgeprägt, in allen Insektenstaaten vorkommt, indem ein Theil der Weibchen, auf Kosten der eigenen, vollständigen Entwickelung, nur der einen mütterlichen Funktion, der Brutversorgung oder -vertheidigung obliegt.

Weit weniger mannichfaltig und ganz anderer Art sind die Abänderungen, durch welche die Kukuksbienen ihren Lebensbedingungen angepasst werden konnten. Diesen musste einerseits jede Abänderung von entscheidendem Vortheile sein, durch welche sie befähigter wurden, die Brutzellen des zu betrügenden Wirthes aufzufinden, andererseits aber auch jede Abänderung, durch welche es ihnen gelang, der Aufmerksamkeit des Wirthes leichter zu entgehen oder seinen feindlichen Angriffen sich mit Erfolg zu widersetzen. Nur in ihrem Endergebnisse stimmen diese Anpassungen der Kukuksbienen mit denen der selbstsammelnden überein, indem durch die Anpassungen beider theils unmittelbar, theils mittelbar die Erhaltung der Nachkommenschaft bewirkt wird.

Die vorhergehende Betrachtung führt uns zu folgender Eintheilung der bei den Bienen vorkommenden secundären Geschlechtseigenthümlichkeiten:

I. Eigenthümlichkeiten, welche die Erlangung der Begattung bewirken.

A. active, d. h. den Besitz eines Gatten durch eigene Thätigkeit bewirkende (nur bei Männchen vorkommend):

1. Die Aufsuchung des andern Geschlechts erleichternde,
2. den Sieg über Mitbewerber bewirkende,
3. das Festhalten des andern Geschlechts zur Begattung ermöglichende.

B. passive, d. h. den Besitz eines Gatten durch die von diesem ausgeübte Thätigkeit bewirkende (bei Männchen und Weibchen vorkommend).

II. Eigenthümlichkeiten, welche die Erhaltung der Nachkommenschaft bewirken (nur bei Weibchen vorkommend).

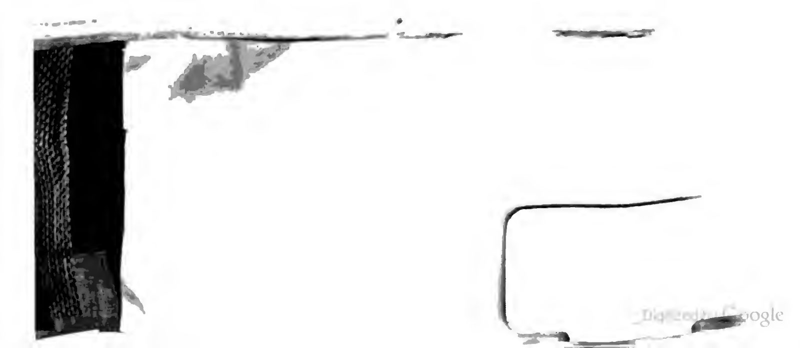
A. unmittelbar auf die Erhaltung der Nachkommenschaft bezügliche:
1. Anpassungen an die Gewinnung des Larvenfutters,
2. Anpassungen an sichere Verwahrung desselben.

B. mittelbar auf die Erhaltung der Nachkommenschaft bezügliche:
1. Schützung des Weibchens bis zur Vollendung der Brutversorgung,
2. Arbeitstheilung, welche auf Kosten der gegenwärtigen Generation die Erhaltung der zukünftigen sicher stellt.

Fünfter Abschnitt.

Zahlenverhältniss der Männchen und Weibchen. Eigenschaften der Männchen, welche ihnen das Aufsuchen der Weibchen erleichtern. Eigenthümlichkeiten der männlichen Fühler. Wesshalb die Fühler als Tast- und Geruchsorgane zu deuten sind. Besondere Bewegungsart der Männchen.

Wir sahen im vorigen Abschnitte, dass auf Erlangung der Begattung bezügliche secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten sich ausbilden können und bei stattfindenden Abänderungen ausbilden müssen in denjenigen Fällen, in denen das eine Geschlecht entweder in viel grösserer Individuenzahl auftritt, als das andere, oder früher zur vollen Entwicklung gelangt.



Dass beiderlei Fälle in der Familie der Bienen vorkommen, ist allbekannt. Da aber, abgesehen von der Honigbiene, bestimmte Beobachtungen über das Zahlenverhältniss der Geschlechter wohl nur wenige vorliegen, so wird es erwünscht und für das Verständniss der demnächst zu betrachtenden secundären Geschlechtseigenthümlichkeiten nützlich sein, wenn ich meine eigenen hierher gehörenden Beobachtungen mittheile.

1) In hinreichender Zahl, um zuverlässige Schlüsse zu gestatten, habe ich namentlich *Megachile argentata* F. und einige ihrer Schmarotzer aus Brutzellen erzogen. Da ich die Brutzellen täglich nachgesehen und das Ausgeschlüpfte täglich in ein Tagebuch eingetragen habe, so gestatten meine Beobachtungen zugleich eine Beurtheilung der ungleichzeitigen Entwicklung der Geschlechter. Von mehreren hundert Brutzellen der *M. argentata*, die ich im Sommer 1869 bei Lippstadt in losem Sande gefunden hatte, erhielt ich im Sommer 1870 folgende lebende Ausbeute: am 16. Juni 1 *Coelioxys simplex* Nyl. ♂, am 18. 1 desgl. ♂, am 19. 1 desgl. ♀, am 21. 1 desgl. ♂, am 23. 3 desgl. ♂, ausserdem aus 2 Zellen sehr zahlreiche *Pteromalus Bouchéanus* Ratzeburg [1]), am 3. Juli 1 *Argyromoeba (Anthrax) sinuata* F. und 2 *Coelioxys simplex* ♀; vom 5. bis 18. Juli, während ich verreist war, waren ausgeschlüpft 1 *Argyromoeba sinuata*, 2 *Coelioxys simplex* ♀ und endlich auch 9 *Megachile argentata* ♂, am 19. Juli schlüpften aus 2 *Argyromoeba sinuata*, 13 *Meg. argentata* ♂ und 1 desgl. ♀, am 20. 5 Weibchen und 8 Männchen der *Megachile*, an den beiden folgenden Tagen, die kühl und regnerisch waren, schlüpfte gar nichts aus, am 23. 7 Weibchen und 2 Männchen, am 24. 5 Weibchen und 1 Männchen, vom 25. bis 31. Juli 13 Weibchen und 5 Männchen der *Megachile*; endlich vom 1. bis 4. August noch 2 *Argyromoeba sinuata* und 1 *Megachile argentata* ♀.

Von 89 Brutzellen, die überhaupt eine lebende Ausbeute ergaben, lieferten also 70 die Biene, welche die

1) Nach der Bestimmung des Prof. Schenck in Weilburg.



Brutzellen angelegt hatte, 19 Schmarotzer (Kukuksbienen, Schlupfwespen und Fliegen).

Von den 70 Bienen waren 38 Männchen und 32 Weibchen; ihre Ausschlüpfung erfolgte im Zeitraume von 3—4 Wochen, im Anfange dieser Zeit überwogen die Männchen, die überhaupt früher auszuschlüpfen begannen, die Weibchen sehr bedeutend an Zahl; denn bis zum 19. Juli war erst 1 Weibchen auf 22 Männchen, bis zum 20. Juli 6 Weibchen auf 30 Männchen vorhanden, von da ab kamen nur noch spärliche (8) Männchen, dagegen zahlreiche (26) Weibchen aus. Wenn dasselbe Verhältniss in freier Natur stattfindet, was zu bezweifeln ich keinen Grund sehe, so muss im Anfange ein lebhafter Wettkampf der Männchen um die Weibchen stattfinden, der den günstigsten Abänderungen zum Besitz der ersten Weibchen und damit zur stärksten Nachkommenschaft verhilft; die meisten der anfangs leer ausgehenden Männchen werden dann allerdings später auch noch ein Weibchen mitbekommen und eine Nachkommenschaft hinterlassen, aber eine etwas weniger zahlreiche; einige Männchen werden aber ganz unbeweibt übrig bleiben und gar keine Nachkommenschaft hinterlassen; es sind also für eine erfolgreiche Wirksamkeit der natürlichen Auslese, sobald für die Erlangung der Begattung günstigere oder ungünstigere Abänderungen eintreten, die nöthigen Bedingungen vollständig gegeben.

Von den Schmarotzern hatte die Kukuksbiene (*Coelioxys simplex* Nyl. die zahlreichsten Brutzellen (über 12 Procent) in Beschlag genommen. Von ihr schlüpften sämmtliche Exemplare aus, ehe ein einziges weibliches Exemplar der betrogenen Art zur Entwicklung gelangte.

Die Weibchen der Kukuksbienen stehen also in diesem Falle schon vor dem ersten Erscheinen der von ihnen zu betrügenden Wirthe auf der Lauer, um sich sogleich in die zuerst versorgten Brutzellen derselben einschleichen und ihre befruchteten Eier an das daselbst aufgestapelte Larvenfutter ablegen zu können.

Diess ist bemerkenswerth, da es den Vortheil, welchen

sonst die zuerst zur Begattung gelangenden *Megachile*-exemplare durch Hinterlassung einer zahlreicheren Nachkommenschaft haben würden, theilweise zu nichte macht und damit die Wirkung der natürlichen Auslese beschränkt. Das Ausschlüpfen der Schmarotzerfliege vertheilt sich dagegen über die ganze Ausschlüpfungsperiode der *Megachile* selbst.

2) Von *Megachile circumcincta* K. hatte ich im Sommer 1869 25 Brutzellen eingesammelt, von denen mir im Juni 1870 17 lebende Ausbeute ergaben, und zwar 13 *Megachile circumcincta* und 4 *Coelioxys simplex*. Es schlüpften nämlich aus: am 16. Juni 1 *Coelioxys* ♂, am 17. 6 *Megachile* ♂, am 18. 1 *Megachile* ♂, 1 ♀, am 19. 3 *Megachile* ♀, 1 *Coelioxys* ♀, am 20. 1 *Coelioxys* ♂, am 22. 1 *Megachile* ♀, am 23. 1 *Coelioxys* ♂ und am 26. 1 *Megachile* ♀. In diesem Falle vertheilte sich also das Ausschlüpfen der Kukuksbiene über die ganze Ausschlüpfungsperiode des zu betrügenden Wirthes, von *Megachile circumcincta* selbst aber schlüpften die Männchen sämmtlich früher aus als die Weibchen.

3) Von *Osmia leucomelaena* Kirby (= *parvula* Duf. = *leucomelaena* Schenck [1])) schlüpften mir im Sommer 1870 aus dürren Brombeerstengeln 4 Weibchen und 9 Männchen, im Sommer 1871 4 Weibchen und 10 Männchen aus, und zwar 1870 am 18. Juni 5 Männchen, am 21. 2 Männchen und 1 Weibchen, am 23. ebenfalls 2 Männchen und 1 Weibchen und am 26. Juni 2 Weibchen. 1871 habe ich die Tage des Ausschlüpfens nicht angemerkt, wohl aber beobachtet, dass aus einem Brombeerstengel 2 Männchen und 1 Weibchen, aus einem zweiten 3 Männchen und 1 Weibchen und aus einem dritten 5 Männchen und 2 Weibchen geschlüpft waren.

1) Dass *leucomelaena* Schenck und nicht, wie Gerstaecker glaubt (Stettiner ent. Zeitung 1869. S. 352), *interrupta* Schenck = *leucomelaena* Kirby ist, geht unzweideutig aus der Anmerkung Kirby's zu seiner *Apis leucomelaena* (Monographia apum Angliae, Pars III p. 261) hervor: „This species, although very distinct from it is very liable, at first sight, to be confounded with *A. truncorum*.“

Die Zahl der Männchen überwiegt hiernach bei dieser Art die der Weibchen um mehr als das doppelte; ausserdem eilt die Entwicklung der Männchen derjenigen der Weibchen etwas voraus.

4) Von *Osmia caementaria* Gerst.[1]) (*Spinolae* Schenck) hatte ich im Herbste 1869 in Thüringen (bei Mühlberg, Kreis Erfurt) zahlreiche Brutzellen eingesammelt, wo sie aus Bröckchen von Keupermergel in Löcher und einspringende Winkel von Liassandstein- und kiesligen Keupermergelblöcken gemauert waren. Im Sommer 1870, und zwar während meiner Abwesenheit vom 5. bis zum 18. Juli, waren aus diesen Zellen 27 Weibchen und 6 Männchen ausgeschlüpft; ausserdem mehrere Schmarotzerfliegen, *Argyromoeba binotata* Mgn. Bei dieser Art überwiegen also, wie mir auch das Einsammeln an Ort und Stelle bestätigt hat, die Weibchen an Zahl sehr bedeutend die Männchen.

Da ich von zahlreichen Bienenarten in der Absicht, ihre Variabilität zu untersuchen, zwei Sommer hindurch soweit als möglich alle Exemplare, die mir überhaupt begegneten, eingesammelt und aufbewahrt habe, so bin ich im Stande, über das Zahlenverhältniss, in welchem mir beide Geschlechter begegnet sind, bei einer grösseren Anzahl von Arten bestimmte Angaben zu machen.

Bei folgenden Arten fand ich die Weibchen in überwiegender Zahl:

Andrena Hattorfiana F. (18 ♀ 5 ♂), *A. Rosae* Pz. (8 ♀ 1 ♂), *A. Trimmerana* K. (16 ♀ 3 ♂), *A. Cetii* Schrank (5 ♀ 0 ♂), *A. cingulata* F. (4 ♀ 0 ♂), *A. florea* F. (23 ♀ 15 ♂), *A. fulva* Schrk. (31 ♀ 1 ♂), *A. denticulata* K. (15 ♀ 7 ♂), *A. fucata* Sm. (16 ♀ 2 ♂), *A. polita* Sm. (12 ♀ 2 ♂), *A. labialis* K. (21 ♀ 4 ♂), *Halictus leucopus* K. (21 ♀ 2 ♂), *H. Smeathmanellus* K. (15 ♀ 0 ♂), *H. sexnotatus* K. (54 ♀ 2 ♂), *H. sexsignatus* Schenck (73 ♀ 15 ♂), *H. villosulus* K. (43 ♀ 5 ♂), *Dufourea vulgaris* Schenck (61 ♀ 2 ♂), *Macropis labiata* Pz. (16 ♀ 3 ♂), *Nomada varia* Pz. (48 ♀ 10 ♂), *Osmia aurulenta* Pz.

1) Stettiner entomologische Zeitung 1869. S. 339—343.

(36 ♀ 3 ♂), *O. spinulosa* K. (66 ♀ 2 ♂), *O. fulviventris* Pz. (13 ♀ 3 ♂).

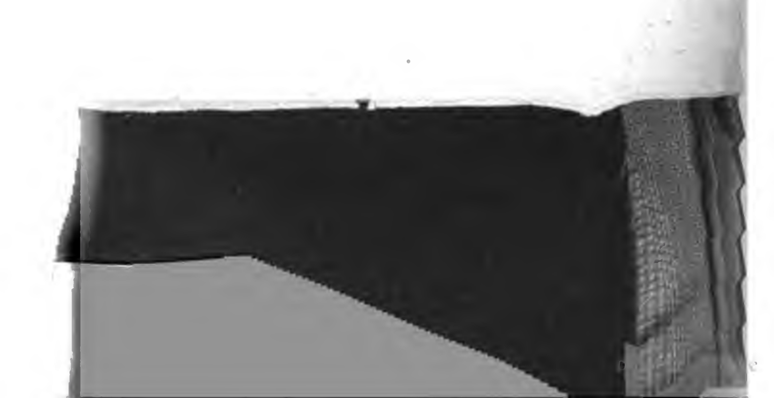
Dagegen überwogen bei folgenden Arten die **Männchen** erheblich die Zahl der Weibchen:

Prosopis variegata F. (45 ♀ 73 ♂), *P. signata* Pz. (30 ♀ 46 ♂), *P. punctulatissima* Sm. (1 ♀ 5 ♂), *Andrena cineraria* L. (7 ♀ 41 ♂), *A. pratensis* Nyl. (20 ♀ 31 ♂), *A. pilipes* F. (10 ♀ 19 ♂), *A. Smithella* K. (36 ♀ 109 ♂), *A. nigroaenea* K. (16 ♀ 35 ♂), *A. atriceps* = *tibialis* K. (3 ♀ 10 ♂), *A. ventralis* Imh. (6 ♀ 88 ♂), *A. Coitana* K. (14 ♀ 42 ♂), *A. argentata* Sm.[1]) (= *gracilis* Schenck) (5 ♀ 57 ♂), *Cilissa haemarrhoidalis* F. (6 ♀ 67 ♂), *C. melanura* Nyl. (3 ♀ 15 ♂), *Dasypoda hirtipes* F. (17 ♀ 97 ♂), *Eucera longicornis* L. (12 ♀ 52 ♂), *Halictoides dentiventris* Nyl. (2 ♀ 85 ♂), *Megachile Willughbiella* K. (3 ♀ 14 ♂), *Osmia cornuta* Latr. (3 ♀ 15 ♂), *Anthidium punctatum* Latr. (1 ♀ 11 ♂), *Nomada ruficornis* L. (= *flava* Pz.) 32 ♀ 56 ♂), *N. Lathburiana* K. (3 ♀ 15 ♂).

Bei einer erheblichen Zahl von Arten endlich fand ich Männchen und Weibchen annähernd gleich häufig, namentlich bei *Prosopis confusa* Nyl., *P. communis* Nyl.!, *Sphecodes gibbus* L.!, *Halictus leucozonius* K., *H. zonulus* Sm., *H. quadricinctus* F.!, *H. rubicundus* Chr.!, *H. maculatus* Sm.!, *H. cylindricus* F.!, *H. albipes* F.!, *H. longulus* Sm., *H. nitidiusculus* K., *H. flavipes* K., *H. morio*

---

1) Herrn Professor Schenck in Weilburg und Herrn Frederick Smith in London bin ich für die Revision der Bestimmungen aller von mir gesammelten Bienenarten zu lebhaftem Danke verbunden. Die Vergleichung derselben mit den Kirby'schen und Smith'schen Originalexemplaren, wie überhaupt mit der Sammlung des British Museum, welche Herr Frederick Smith die grosse Gefälligkeit gehabt hat, für mich auszuführen, sowie die Bestimmung der Schenck'schen Arten durch Professor Schenck selbst hat in Bezug auf den grössten Theil meiner Arten, namentlich in Bezug auf alle in diesem Aufsatze genannten, jeden Zweifel beseitigt. Dass manchen hier gebrauchten Namen die Priorität wird streitig gemacht werden können, bezweifle ich nicht: das ändert aber nichts an der Richtigkeit der Bestimmung.



F., *Andrena albicans* K.!, *A. Gwynana* K., *A. fasciata* Wesm., *A. fulvicrus* K.!, *A. albicrus* K., *A. chrysosceles* K., *A. dorsata* K., *A. convexiuscula* K., *A. parvula* K., *Colletes fodiens* K.!, *C. Daviesana* K.!, *C. cunicularia* L.!, *Cilissa tricincta* K., *Panurgus calcaratus* Scop.!, *P. Banksianus* K., *Crocisa scutellaris* F., *Melecta armata* Pz. (*punctata* K.) *Saropoda bimaculata* Pz. (= *rotundata* Pz.)!, *Anthophora pilipes* F.!, *A. quadrimaculata* Pz., *Nomada Jacobaeae* Pz., *N. sexcincta* K., *N. succincta* Pz., *Epeolus variegatus* L., *Coelioxys conoidea* Jll. (Gerstaecker[1]), *C. quadridentata* L. (♀ = *conica* L.), *Osmia adunca* F.!, *O. rufa* L.!, *Megachile centuncularis* L., *M. maritima* K., *M. lagopoda* K., *Diphysis serratulae* Pz.!, *Anthidium manicatum* L.!, *A. strigatum* Latr. (Von den mit ! bezeichneten Arten habe ich von jedem Geschlechte über 50, von den übrigen eine geringere Zahl von Exemplaren eingesammelt.)

Diese Beispiele genügen jedenfalls, um ausser Zweifel zu stellen, dass von sehr vielen Bienenarten das eine, von sehr vielen das andere Geschlecht an Zahl so bedeutend vorwiegt, dass der natürlichen Auslese zur Ausprägung auf die Erlangung der Begattung bezüglicher secundärer Geschlechtseigenthümlichkeiten ein weiter Spielraum gegeben ist. Dieser Spielraum erscheint noch erheblich grösser, wenn wir berücksichtigen, dass von sehr vielen derjenigen Arten, welche in annähernd gleicher Anzahl gefunden werden, die Männchen früher erscheinen, als die Weibchen, z. B. bei den Andrenen und Osmien.

Es fehlt ferner nicht an Beispielen, dass bei einer und derselben Art das Zahlenverhältniss der Geschlechter in verschiedenen Gegenden ein sehr verschiedenes ist. Während z. B. bei Lippstadt von *Dasypoda hirtipes* F. 5—6 Mal so viel Männchen als Weibchen gefunden wurden, fand Professor Schenck bei Wiesbaden und Weilburg von derselben Art nur Weibchen[2]). Während von *Andrena fulva* in England Frederick Smith nicht

1) Stettiner entomologische Zeitung 1869.
2) Schenck, die Bienen d. Herzogthums Nassau 1861. S. 208.



selten Männchen und Weibchen in Paarung fand[1]), sind von derselben Art bei Lippstadt die Männchen so selten, dass ich auf 31 Weibchen nur 1 Männchen fand. Das Zahlenverhältniss beider Geschlechter kann also an verschiedenen Stellen des Verbreitungsbezirkes sehr erheblich verschieden sein; ebenso wird es sich in längeren Zeiträumen in derselben Gegend mannichfach geändert haben. So erklärt es sich, dass in manchen Fällen bei einer und derselben Art beim Weibchen sich secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten ausgeprägt haben können, welche ein Ueberwiegen der Zahl der Weibchen voraussetzen und bei den Männchen solche, die nur durch ein Ueberwiegen der Zahl der Männchen bewirkt werden konnten.

Von den auf Erlangung der Begattung bezüglichen activen Eigenthümlichkeiten, die natürlich nur bei den Männchen vorkommen können, haben wir zunächst diejenigen ins Auge zu fassen, welche die Aufsuchung des andern Geschlechts erleichtern: es sind a) Steigerungen der Sinnesorgane, b) Steigerungen der Behendigkeit der Bewegungen und eigenthümliche Anpassungen der Bewegungsart an das Aufsuchen und Erjagen der Weibchen.

Steigerung der Sinnesorgane. Als Sinne, welche dem Männchen aus der Entfernung Eindrücke vom Weibchen zuführen können, kommen Gesicht, Gehör und Geruch in Betracht. Die Augen sind, soweit mir bekannt, nur beim Männchen der Honigbiene, bei dem sie sogar auf dem Scheitel sich berühren, auffallend grösser als beim Weibchen; bei den übrigen einheimischen Bienen sind sie bei Männchen und Weibchen annähernd gleich gross. Es würde jedoch unrichtig sein, daraus schliessen zu wollen, dass die Augen der Bienenmännchen beim Aufsuchen der Weibchen keine bedeutende Rolle spielen; vielmehr erklärt sich die Erscheinung, dass bei den Bienen Männchen und Weibchen fast allgemein gleich stark entwickelte Augen haben, während dagegen z. B. bei den Dipteren sehr häufig die Augen der Männchen

---

1) Catalogue of British Hymenoptera p. 65.

bedeutend grösser sind, als die der Weibchen, einfach daraus, dass bei den Bienen die Weibchen zum Aufsuchen der Blumen einen ebenso ausgedehnten Gebrauch von ihren Augen zu machen haben, als die Männchen zum Aufsuchen der Weibchen.

Da die Bienen, wie Landois[1]) vortrefflich nachgewiesen hat, ausser dem Flugtone eine wirkliche Stimme willkürlich erschallen lassen können[2]), so lässt sich nicht zweifeln, dass sie auch mit einem Gehörorgane versehen sind; da ferner viele Bienen, z. B. *Anthidium*, *Anthophora*, beständig singend umherfliegen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass oft die Männchen ihre Weibchen auf einige Entfernung an der Stimme erkennen. So lange aber das Gehörorgan der Bienen nicht bekannt ist, ist es unmöglich, sich nach secundären Geschlechtsunterschieden desselben umzusehen.

Auch ein Geruchsorgan besitzen die Bienen ohne allen Zweifel; denn die meisten Blumen, welche sich der Fremdbestäubung durch Bienen angepasst haben, entwickeln eigenthümliche Wohlgerüche, welche durchaus nur als Anlockung der befruchtenden Insekten der Pflanzen von Vortheil sein können und daher mit grösster Bestimmtheit auf die Riechfähigkeit der Bienen hinweisen. Da nun auch viele Bienen Gerüche entwickeln,

---

1) Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. XVII. S. 105 ff.

2) Diese Fähigkeit, welche von Landois zunächst nur für einige der grössten Bienenarten nachgewiesen worden ist, als allgemein oder fast allgemein der ganzen Familie zukommend hinzustellen, sehe ich mich durch folgende Beobachtungen veranlasst: Die meisten Arten, bei denen ich, weder, wenn sie still sassen, noch wenn sie umherflogen, einen Ton vernehmen konnte, tönten mehr oder weniger deutlich vernehmbar, wenn ich sie an den Flügeln festhielt oder in einem Winkel des Netzes absperrte, so Andrena, Nomada, Halictus etc. Selbst die kleineren Halictus, welche ich einzeln unter keinerlei Umständen hören konnte, tönten vernehmbar, wenn ich sie in Menge zusammen in einem Winkel des Netzes absperrte; von dem grösseren Theile der einheimischen Bienen bin ich daher durch directe Beobachtung von der Anwesenheit einer Stimme überzeugt.

einige (die *Prosopis*-Arten z. B.) sogar sehr intensive, so ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass der Geruchssinn den Männchen zum Aufsuchen der Weibchen von wesentlichem Vortheile ist, es wird ihm in dieser Beziehung eine um so wichtigere Rolle zugeschrieben werden müssen, als es unleugbar ist, dass Geruchseindrücke von allen Sinneseindrücken am unmittelbarsten auf den Geschlechtstrieb einwirken.

Da die Frage, ob wir in den Fühlern das Geruchsorgan zu suchen haben, von anatomischer Seite her noch nicht endgültig entschieden ist, und ich selbst zu ungeübt in mikroskopisch-anatomischen Untersuchungen bin, um diese Entscheidung herbeiführen helfen zu können, so werde ich über die in den Fühlern der Bienen ausgeprägten secundären Geschlechtsunterschiede, zunächst ohne über ihre Funktion abzuurtheilen, berichten und sodann erst diejenigen biologischen Thatsachen zusammenstellen, welche mich zu einer ganz bestimmten Ansicht über die Funktion der Bienenfühler geführt haben. Es sind namentlich drei Punkte, in denen in der Regel die Fühler der Bienenmännchen sich von denen der Weibchen schon mit blossem Auge oder mit der Lupe unterscheiden lassen: 1) Die Fühler der Männchen bestehen aus 13, die der Weibchen nur aus 12 Gliedern (Fig. 15). 2) Das erste Fühlerglied der Männchen ist ziemlich kurz und legt sich mit den folgenden in eine ununterbrochene krumme Linie; dagegen ist das erste Fühlerglied der Weibchen verlängert (bildet einen Schaft), und die folgenden stellen sich unter einem spitzen Winkel gegen dasselbe, bilden eine Geissel (s. Fig. 15!). Wenden wir der Kürze halber die Ausdrücke Schaft und Geissel auch auf die Fühler der Männchen an, so können wir 3) sagen: Die Fühlergeissel der Männchen ist in der Regel erheblich länger, als die der Weibchen; ihre einzelnen Glieder sind in der Regel auf der Vorderseite bauchig erweitert und dadurch weit schärfer von einander abgesetzt als bei den Weibchen (Fig. 15).

Um eine bestimmte Vorstellung davon zu gewinnen, in welcher Allgemeinheit diese Regel Stich hält und in

welchen verschiedenen Abstufungen die bezeichneten Unterschiede auftreten, habe ich von jeder in beiden Geschlechtern in meinem Besitze befindlichen Bienengattung von einer oder einigen Arten die Länge des Schafts und der Geissel bei Männchen und Weibchen gemessen und die erhaltenen Zahlen zu einer Tabelle zusammengestellt, die ich umstehend mittheile. Die beiden ersten senkrechten Reihen dieser Tabelle enthalten in alphabetischer Ordnung die Namen der von mir gemessenen Gattungen und Arten, in den vier folgenden die Längen des Schafts und der Geissel des Weibchens und des Männchens, auf $^1/_{20}$ mm. als Einheit bezogen. Dann sind zwei weitere durch Rechnung aus den vorhergehenden gefundene Zahlenreihen hinzugefügt, welche angeben, wie viel Mal bei jeder Art die Schaftlänge und die Geissellänge des Weibchens in den Längen der entsprechenden Stücke eines gleich grossen Männchens enthalten sind. Von den meisten Arten war es möglich, Männchen und Weibchen von ungefähr gleicher Körpergrösse zu vergleichen. In denjenigen Fällen, wo die Körperlängen der verglichenen beiden Geschlechter erheblich ungleich waren, wurden dieselben, auf mm. als Einheit bezogen, in den beiden letzten Columnen angegeben und die durch Division der dritten in die fünfte, der vierten in die sechste Columne erhaltenen Verhältnisszahlen auf gleiche Körperlängen umgerechnet.

Eine Durchsicht dieser Tabelle ergibt nun, dass bei allen selbstsammelnden Bienen ohne Ausnahme die Männchen einen kürzeren Schaft, aber eine längere Geissel haben, als die Weibchen, dass es aber bei einigen ausgeprägten Kukuksbienen gerade umgekehrt ist; dass ferner die Verlängerung der männlichen Fühlergeissel alle Abstufungen von einfacher bis zu mehr als dreifacher Länge der weiblichen, und die Verlängerung des weiblichen Fühlerschaftes alle Abstufungen von einfacher bis zu mehr als doppelter Länge des männlichen darbietet.

So weit die unmittelbar in die Augen fallende Verschiedenheit der Form der männlichen und weiblichen

Tabellarische Uebersicht der Längen des Fühlerschaftes [und] der Fühlergeissel bei Männchen und Weibchen der Bienen

Gattungen.	Arten.	Weibchen. Schaft in $^1/_{20}$ mm.	Weibchen. Geiss. in $^1/_{20}$ mm.	Männchen. Schaft in $^1/_{20}$ mm.	Männchen. Geiss. in $^1/_{20}$ mm.	Auf 1 Längeneinheit beim Weibchen kommen beim Männchen Schaft.	Auf 1 Längeneinheit beim Weibchen kommen beim Männchen Geissel.	Kör[per]län[ge] in m[m] ♀
Andrena	*albicans* K.	19	59	11	90	0,58	1,53	
	Gwynana K.	15	52	11	77	0,87	1,75	9½
	Hattorfiana F.	24	65	20	72	0,92	1,23	15
Anthidium	*manicatum* L.	25	64	23	79	0,92	1,23	
Anthophora	*pilipes* F.	21	90	18	108	0,86	1,20	
Apis	*mellifica* L.	28*	64	24	98	0,65	1,17	13*
Bombus	*silvarum* L.	36*	67	30	117	0,83	1,75	
	campestris Pz.	46	89	30	127	0,87	1,90	20
Ceratina	*cyanea* K.	9	27	7	32	0,77	1,18	
Chalicodoma	*muraria* F.	25	90	21	118	0,84	1,31	
Chelostoma	*campanularum* K.	8	20	6	31	0,75	1,55	
	florisomne L.	14	40	13	58	0,92	1,45	
	nigricorne Nyl.	13	35	12	50	0,92	1,43	
Cilissa	*tricincta* K.	24	62	16	94	0,67	1,51	
Coelioxys	*conoidea* Jll.	15	93	15	83	1,00	0,89	Au
	quadridentata L.	13	71	15	70	1,14	0,99	nah
Colletes	*cunicularia* L.	28	74	14	100	0,50	1,35	
Crocisa	*scutellaris* F.	18	76	16	93	0,88	1,22	
Dasypoda	*hirtipes* F.	22	59	17	95	0,77	1,61	
Diphysis	*serratulae* Pz.							
Dufourea	*vulgaris* Schenck	10	24	7	38	0,70	1,58	Au
Epeolus	*variegatus* L.	10	58	10	51	1,00	0,88	nah
Eucera	*longicornis* L.	17	94	14	290	0,82	3,09	
Habropoda	*ezonata* Smith	29	101	27	178	0,93	1,76	
Halictoides	*dentiventris* Nyl.	12	28	9	66	0,75	2,36	
Halictus	*leucozonius* K.	25	46	11	97	0,44	2,11	
	quadricinctus F.	22	39	11	65	0,55	1,66	
Heriades	*truncorum* L.	11	32	6	44	0,55	1,37	
Macrocera	*hemitricha* Sichel	17	84	11	137	0,65	1,63	
Macropis	*labiata* Pz.	21	40	16	87	0,76	2,17	
Megachile	*argentata* F.	16	53	13	80	0,81	1,51	
Melecta	*armata* Pz.	22	92	20	97	0,91	1,05	
Nomada	*Jacobaeae* Pz.	13	78	13	56	1,00	0,72	
	ruficornis L.	11	82	14	82	1,27	1,00	A
	succincta Pz.	15	85	19	97	1,26	1,15	na
Osmia	*adunca* F.	15	43	14	53	0,93	1,23	
	rufa L.	23	70	12	119	0,57	1,85	12
	pilicornis Sm.	23	49	18	98	0,78	2	
Panurgus	*calcaratus* Scop.	14	35	13,5	41	0,97	1,17	
Prosopis	*confusa* Nyl.	11	36	10	45	0,91	1,25	
Rhophites	*quinquespinosus* Spin.	14	30	11	85	0,78	2,83	
Rhophitoides	*canus* Eversm.	14	33	12	55	0,86	1,66	
Saropoda	*bimaculata* Pz.	18	52	12	70	0,66	1,35	
Sphecodes	*gibbus* L.	18	43	9	84	0,62	2,42	8
Stelis	*aterrima* Pz.	17	63	15	55	1,10	1,09	10
	breviuscula Nyl.	10	34	10	34	1,00	1,00	A
	phaeoptera K.	14	47	12	47	0,85	1,00	na
Systropha	*spiralis* F.	16	30	16	98	1,00	3,26	
Xylocopa	*violacea* F.	66	110	60	112	0,91	1,02	

*) Arbeiterin.

Fühler! Eine richtige Deutung derselben lässt sich nur durch Berücksichtigung ihres verschiedenen Gebrauchs und durch mikroskopischen Vergleich ihrer Struktur gewinnen.

Die Weibchen der Bienen tragen ihre Fühlergeissel nach unten geknickt nach Art der Ameisen; von den Ameisen aber, die umherlaufend alle ihnen in den Weg kommenden Gegenstände wie tastend mit den abwärts geknickten Fühlergeisseln bestreichen, hat wohl noch Niemand bezweifelt, dass sie sich derselben als Tastorgane bedienen.

Da die Weibchen der selbstsammelnden Bienen in ihren dunkeln Bruthöhlen eine Menge zum Theil sehr künstlicher Arbeiten zu verrichten haben, so ist ihnen ein Tastorgan jedenfalls unentbehrlich, und die Analogie spricht durchaus dafür, dass sie sich ihrer abwärts geknickten Fühler in ihren Bruthöhlen ebenfalls als Tastorgane bedienen. Durch den mikroskopischen Vergleich gewinnt diese vorläufige Vermuthung den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit. Denn wie die Glieder der Ameisenfühlergeissel in ihrer Chitinhülle (Fig. 34) zahlreiche, von einer dünnen Haut verschlossene Fensterchen zeigen, denen aussen eine steife Borste (b. Fig. 34), innen das verdickte Ende eines fadenförmigen, aber ein Stück weiter rückwärts zu einem Knoten anschwellenden Nerven (f. Fig. 35) aufsitzt; ebenso ist es mit der Fühlergeissel der Bienenweibchen (b. Fig. 31) der Fall. Jedoch zeigt sich in der Chitinhülle der Fühlergeissel der Bienenweibchen noch eine zweite Art von Sinnesorganen (a. Fig. 31), von denen der Ameisenfühler nichts enthält. Diese zweite Art von Sinnesorganen besteht aus grösseren, ebenfalls von dünner Haut verschlossenen Durchbrechungen der Chitinhülle, an deren Häutchen sich innen das verbreiterte Ende eines Nerven anlegt, der etwas weiter rückwärts zu einer Schlinge anschwillt (e. Fig. 33). Ausgeprägt männliche Bienenfühlergeisseln, z. B. die des *Halictus quadricinctus* F. (Fig. 15a), tragen an der bauchig erweiterten Unterseite ihrer Fühlerglieder ausschliesslich diese zweite Art von Sinnesorganen und

zwar in sehr viel grösserer Zahl als die Weibchen (vergleiche Fig. 32 mit Fig. 31); die Tastborsten fehlen ihnen ganz. Für die Deutung dieser zweiten Art von Sinnesorganen scheint mir der Gebrauch, welchen manche andere Insekten, die eben solche Organe in ausgeprägtester Form besitzen, in unzweideutiger Weise von ihren Fühlern machen, entscheidend zu sein; ich meine namentlich die mistfressenden *Lamellicornia*[1]). Dieselben spreitzen, wenn sie nach ihrer Nahrung ausfliegen wollen, ihre mit ebenso gebildeten Organen dicht besetzten Fühlerblätter auseinander und lassen die Luft zwischen denselben hindurchstreichen; alsdann fliegen sie mit auseinandergespreizt bleibenden Fühlerblättern ihrer oft weit entfernten Nahrung, die sie nicht sehen können, die aber einen auch uns in grösserer Nähe leicht wahrnehmbaren Duft verbreitet, mit sicherer Einhaltung der zweckmässigen Richtung zu. In der Nähe ihrer stark duftenden Nahrung angelangt, lassen sie sich sehr gewöhnlich nicht auf, sondern in der Nähe derselben auf den Boden, worauf sie kurze Zeit wie suchend die auseinander gespreizten Fühlerblätter in die Luft strecken und dann emsig auf ihr Ziel losmarschiren. Wenn in diesem Falle die Lebensverrichtungen der Thiere kaum einen Zweifel übrig lassen, dass sie sich der in Frage stehenden Organe zum Riechen bedienen, so können auch die ebenso beschaffenen Organe der Bienenfühler (a. Fig. 31. 32) nur als Riechorgan gedeutet werden.

Als fernere Belege dieser Deutung sowohl der borstentragenden, als der borstenlosen Fühlergruben lassen sich die Fühler der Cerambyciden und in anderem Sinne auch die der Locustiden anführen. Bei den meisten Cerambyciden ist nämlich ein tonerzeugender Apparat ausgebildet, also auch ein Gehörorgan ohne Zweifel vorhanden. Nun finden sich aber an den langgestreckten Fühlergliedern der von mir untersuchten Arten von *Agapanthia, Asemum, Astynomus, Leiopus* und *Strangalia* nur borstentragende Fühlergruben; die grösseren, borsten-

1) Die nachfolgende Deutung wurde zuerst v. Erichson gegeben.

losen, mit schlingenbildenden Nerven versehenen fehlen gänzlich. Die letzteren können also unmöglich als Gehörorgane gedeutet werden. In Bezug auf die borstentragenden Fühlergruben aber spricht die Lebensthätigkeit der Cerambyciden eben so sehr als die der Formiciden für ihren Gebrauch als Tastorgane.

Während ich dies niederschreibe (28. Mai 1870), habe ich mehrere, heute aus dürren Brennnesselstengeln ausgeschlüpfte Exemplare von *Agapanthia angusticollis* Schh. vor mir, die mit nach vorn und auswärts gebogenen Fühlern den Boden des Glaskastens und die ihnen in den Weg kommenden Stengel Schritt für Schritt betastend, munter und sicheren Schrittes in ihrem Gefängnisse umherspaziren. Berühre ich eines der Exemplare mit der Feder an irgend einer Stelle des Hinterleibes, so schlägt es sofort die Fühler nach hinten zusammen, so dass die letzten Glieder derselben den störenden Körper berühren. Am Kopfe berührt, stutzt es, ohne die Fühler zu bewegen, da es hier den störenden Körper doch nicht berühren könnte. Seiner Fühler beraubt schwankt es unsicher umher.

Bei den Locustiden ist ein besonderes Gehörorgan in der Basis der Vorderschienen nachgewiesen. Gleichwohl finden sich in den Fühlern derselben (ich habe *Decticus verrucivorus* L. vor mir) sowohl zahlreiche borstentragende, als einzelne grössere borstenlose Gruben. Weder die einen noch die anderen können also als Gehörorgane gedeutet werden.

Wenn wir hiernach die borstentragenden Gruben der Fühlergeissel der Bienen als Tastorgane, die grösseren, borstenlosen, mit schlingenbildenden Nerven versehenen als Riechorgane auffassen dürfen, so ergibt sich aus den oben mitgetheilten Beobachtungen, dass sich bei den Männchen der Bienen im Wettkampf um das Aufsuchen der Weibchen die Riechorgane, bei den Weibchen in Anpassung an die mit der Brutversorgung verbundenen Arbeiten in dunkeln Höhlen die Tastorgane vervollkommnet haben.

Die Vervollkommnung der männlichen Riechorgane

besteht 1) in der grösseren Zahl der Geisselglieder, 2) in der länger gestreckten Form derselben, 3) in der bauchigen Erweiterung ihrer vorderen, Riechgruben tragenden Fläche, 4) in der dichteren Aneinanderdrängung der Riechgruben auf derselben, welche durch theilweises oder vollständiges Verschwinden der Tastborsten ermöglicht wird. Die erste dieser Eigenthümlichkeiten haben die Bienen höchst wahrscheinlich von ihren Urzeugern ererbt, da das Vorkommen von 13 Fühlergliedern bei den Männchen auch durch den grössten Theil der Grabwespen-Familie verbreitet ist. Nur bei einigen wenigen Bienen, (z. B. *Pasites, Philleremus*[1]), *Apis mellifica*) haben auch die Männchen nur 12 Fühlerglieder. Die von den Vorfahren ererbte, diesen vortheilhaft gewesene Eigenthümlichkeit ist ihnen also verloren gegangen, jedenfalls, nachdem sie ihnen nutzlos geworden war. Bei den Honigbienen ist dies leicht erklärlich, da die enorme Entwicklung der Augen hier den Männchen für das Zurückgehen der Fühlerentwicklung Ersatz leistet. *Pasites* und *Phileremus* kenne ich nicht.

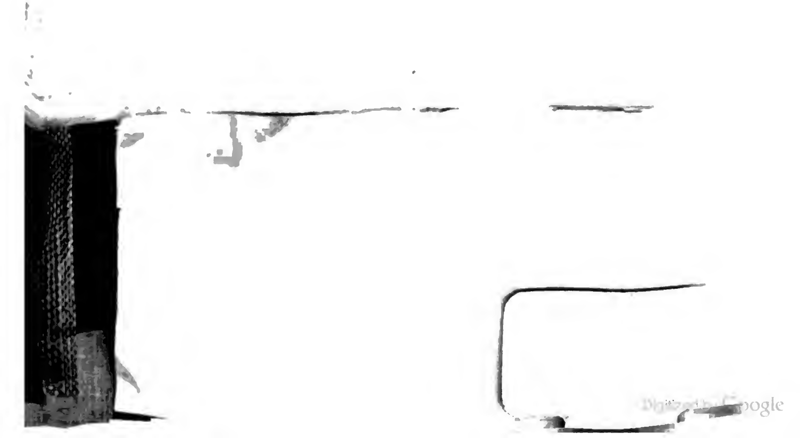
Die drei anderen Eigenthümlichkeiten der männlichen Fühler, welche, ebenso wie die vermehrte Zahl der Glieder, dahin zusammen wirken, die Zahl der Riechgruben zu steigern, sind von der Bienenfamilie durch Abänderungen der Männchen, die ihnen für das Aufsuchen der Weibchen von entscheidendem Vortheile waren und desshalb durch natürliche Auslese erhalten wurden, selbständig erworben und zwar von verschiedenen Zweigen der Familie, wie die Tabelle zeigt, in sehr ungleichem Grade und wie wir hinzufügen können, in sehr verschiedenen Zeitepochen. Denn in manchen Fällen sehen wir in derselben Gattung sehr stark verlängerte neben wenig verlängerten Fühlergeisseln (*Osmia, Halictus*); die Steigerung ist also erst während der Ausprägung der jetzt lebenden Arten erfolgt; in anderen Fällen zeichnen sich mehrere nächstverwandte Gattungen durch sehr stark verlängerte Fühlergeisseln der Männchen aus (*Eucera*,

1) Nach Gerstäcker, Stettiner entom. Zeitung. 1869.

Macrocera, Habropoda); die Steigerung ist also wahrscheinlich schon bei den gemeinsamen Stammvätern dieser nächstverwandten Gattungen erfolgt.

Die vollkommnere Anpassung der weiblichen Fühler an die Arbeiten in der Bruthöhle besteht 1) in der Verlängerung des Schaftes, 2) in der Abwärtskrümmung der Geissel, 3) in der Ausbildung zahlreicherer Tastorgane. In Folge der beiden ersten Eigenthümlichkeiten sind die weiblichen Fühler befähigt, nach Art der Ameisenfühler, vor ihnen liegende Gegenstände zu berühren, aber ungeeignet, sich frei in der Luft auszustrecken; vermittelst der zahlreicheren Tastorgane können sie sich von der Natur der berührten Gegenstände durch Tastempfindungen eine gewisse Kenntniss verschaffen, aber die Riechorgane müssen in demselben Maasse zurücktreten, als die Tastorgane an Raum gewinnen. Da hiernach dieselben Eigenthümlichkeiten der Fühler, welche dem einen Geschlechte vortheilhaft sind, die Anpassungen des anderen Geschlechtes beschränken würden, so konnte weder eine Vererbung der männlichen Fühlereigenthümlichkeiten auf die Weibchen, noch die umgekehrte eintreten.

Die in der Tabelle auftretenden Ausnahmen *(Coelioxys, Epeolus, Nomada, Stelis)*, weit entfernt, die gegebene Deutung unsicher zu machen, dienen vielmehr zur Vervollständigung derselben. Wie die Bienenmännchen ihre Weibchen, so erkennen die Kukuksbienenweibchen die von ihnen zu betrügenden Wirthe am Geruche; sie schleichen sich um so sicherer in die unbewachten Nester derselben ein, je ausgebildeter ihr Riechorgan ist. Von ihrem Einschleichen zu rechter Zeit ist die ganze Zukunft ihrer Nachkommenschaft abhängig. Da die Versorgung der Nachkommenschaft für die Erhaltung jeder Art weit wesentlicher ist, als die Fähigkeit der Männchen, die Weibchen leicht aufzuspüren, so musste natürliche Auslese bei ausgeprägten Kukuksbienen weit strenger jede vortheilhafte Abänderung der weiblichen Riechorgane erhalten, als die der männlichen. Die ursprünglich erheblich überwiegende Ausbildung der Riechorgane der Männchen konnte mithin, wenn die Weibchen zur schma-



rotzenden Lebensweise übergegangen waren, durch die stärker gesteigerte Ausbildung der weiblichen Riechorgane im Laufe hinreichend langer Zeiten nicht nur erreicht, sondern selbst übertroffen werden. Ein Blick auf die Ausbildung der männlichen und weiblichen Riechorgane bei den Kukuksbienen bestätigt nun deutlich das von vornherein zu vermuthende Gesetz, dass in den Fühlern der Kukuksbienenweibchen die Anpassungen an die Arbeiten in der Bruthöhle um so mehr sich verloren und die Riechorgane um so mehr sich gesteigert haben, in je früherer Zeitperiode der Uebergang zur Kukukslebensweise erfolgt ist.

Die jüngste Abzweigung von Kukuksbienen bieten die schmarotzenden Hummeln dar, die von manchen Autoren auf Grund ihrer abweichenden Lebensweise als *Apathus* oder *Psithyrus* künstlich von der Gattung *Bombus* getrennt werden; zwischen den Fühlern der schmarotzenden und denen der selbstsammelnden Hummeln hat sich, bei der Neuheit der Abzweigung, ein durchgreifender Unterschied noch nicht ausgeprägt (vergleiche in der Tabelle den selbstsammelnden *Bombus silvarum* mit dem schmarotzenden *B. campestris*).

Aelter ist die Abzweigung der schmarotzenden Gattungen *Melecta* und *Crocisa* von der selbstsammelnden Gattung *Anthophora*; denn sie bilden scharf gesonderte Gattungen, obwohl ihr verwandtschaftlicher Zusammenhang mit *Anthophora* noch unverkennbar ist. Diesem höheren Alter des Uebergangs zur Kukukslebensweise entspricht es, dass bei *Melecta* der Schaft des weiblichen Fühlers sich (im Vergleich zu *Anthophora*) schon erheblich verkürzt, die Geissel sich schon erheblich verlängert hat, ohne jedoch in einem der beiden Stücke die männlichen Fühler zu erreichen.

Noch älter ist der Uebergang der Gattungen *Stelis*, *Coelioxys*, *Epeolus* und *Nomada* zur schmarotzenden Lebensweise, denn sie lassen einen unmittelbaren verwandtschaftlichen Zusammenhang mit selbstsammelnden Gattungen nicht mehr erkennen, obgleich *Stelis* und *Coelioxys* sich leicht als von der Gruppe der Bauch-

sammler abgezweigt erkennen lassen. Ihrem früheren Uebergange zur Kukukslebensweise entsprechend haben die Weibchen dieser Gattungen in der Verkürzung des Schaftes und der Verlängerung der Geissel die Männchen theils erreicht, theils bereits erheblich übertroffen.

Eigenthümliche Bewegungsart des Männchens.

Im Ganzen haben die Weibchen der Bienen einen regelmässigeren, immer auf bestimmte Zielpunkte gerichteten, die Männchen einen stürmischeren, unruhig hin und her schwankenden Flug. Einzelne Beispiele mögen genügen, um von der Verschiedenheit der Flugart eine bestimmtere Vorstellung zu geben.

1) *Megachile lagopoda* K., diese stattlichste unserer Blattschneiderbienen, habe ich an den südlichen Abhängen des Mühlberger und Wandersleber Schlossberges in Thüringen (Kreis Erfurt) sehr zahlreich beobachtet, wo sie die an Pollen und Honig reichen Blüthenkörbe unserer stattlichsten Disteln, *Onopordon Acanthium* und *Cirsium eriophorum*, mit besonderer Vorliebe aufsucht. Die Weibchen fliegen stürmischen Flugs auf einen Distelkopf und fegen hastig über denselben hinweg, wobei sie den Hinterleib soweit in die Höhe halten, dass man das rothe Haarkleid seiner Unterseite, oder den in demselben angehäuften blauen Blüthenstaub von weitem sehen kann. Die Beine sind dabei in emsig nach hinten kratzender Bewegung und der Kopf in die Blüthen gesenkt. In der Regel dreht sich das Weibchen während dieses Blüthenstaub-Zusammenbürstens einmal auf dem Distelkopfe herum. Nach Verlassen desselben fliegt es sofort auf einen anderen und verschwindet, sobald es mit Pollen hinreichend beladen ist, rasch aus dem Gesichtskreise, indem es seine unter einem grossen Steine oder im Gemäuer der Ruine versteckte Brutzelle aufsucht.

Die Männchen erscheinen an sonnigen Morgen schon eine halbe bis eine Stunde früher als die Weibchen auf dem Distelplatze, und man sieht sie alsdann auf blühenden Distelköpfen andauernd sitzen und Honig saugen. Sobald aber einzelne Weibchen erschienen sind, machen die



Männchen singend in rastlosem Fluge an allen blühenden Distelköpfen vorbei die Runde. Sobald ein Männchen in der Nähe eines Pollen sammelnden Weibchens anlangt, bleibt es singend einige Zeit lang in der Luft schweben und schiesst dann plötzlich auf das Weibchen herab. Bisweilen fliegt dann das angestossene Weibchen sofort davon und das Männchen in stürmischem Fluge ihm nach, beide unter heftigem Singen, bisweilen purzelt aber auch das Weibchen von der Blüthe herunter und fliegt dann, falls es dem Männchen nicht gelang, es festzufassen, ebenfalls weiter.

2) *Anthidium manicatum* L. findet sich in Thüringen und Westfalen besonders an *Ballota nigra* und *Stachys silvatica* überall häufig ein. Das Männchen erscheint an sonnigen Morgen ebenfalls früher als das Weibchen. In stossweisem Fluge nähert es sich singend einem blühenden Ballottabusche, bleibt plötzlich vor demselben schwebend in der Luft halten, bewegt sich mit ebenso plötzlichem Rucke ein Stück seitwärts und bleibt da wieder vor den Blüthen schweben, setzt sich, nachdem es das stossweise Hin- und Herschweben eine Zeit lang fortgesetzt hat, auf ein von der Sonne beschienenes Blatt und beginnt, nachdem es sich da einige Zeit gerastet hat, das Spiel seiner Bewegungen von neuem. Ab und zu setzt es sich an eine Blüthe, um zu saugen, oder bürstet mit den Vorderbeinen über Thorax und Kopf, mit den Hinterbeinen über den Hinterleib hinweg. Trifft es ein Weibchen, das emsig eine Blüthe nach der anderen absucht, so beginnt dasselbe Jagen und Ausweichen wie bei *Megachile lagopoda* K. *Anthophora quadrimaculata* Pz., die sich an denselben Ballota- und Stachysbüschen einfindet, hat eine ganz ähnliche Flugweise wie *Anthidium*.

3) *Anthophora pilipes* F. Stellen wir uns im April oder Mai an einen mit *Glechoma*, *Pulmonaria*, *Primula* oder *Corydalis* bewachsenen sonnigen Abhang, so können wir in wenigen Secunden an der Verschiedenheit des Fluges mit voller Sicherheit erkennen, welche der umherfliegenden *Anthophora*-Exemplare Männchen und welche Weibchen sind. Während das Weibchen, durch

die Sorge für die Nachkommenschaft geleitet, emsig von Blume zu Blume strebt und daher selten eine weitere Strecke durchfliegt, ohne an einer neuen Stelle saugend oder Pollen sammelnd zu verweilen, fliegt das Männchen in grossen Bogenlinien eine Strecke von 20 oder mehr Schritten hin und her, senkt weit seltner zu raschem Honiggenusse den Rüssel in eine Blumenröhre, verweilt dagegen weit öfter als das Weibchen sich sonnend auf einem Blatte. Hat es im suchenden Umherfliegen ein Weibchen an einer Blüthe entdeckt, so schwebt es singend eine Weile über demselben, begleitet dasselbe, wenn es weiter fliegt, wiederholt bei jedem Aufenthalte des Weibchens an einer neuen Blüthe singend über ihm das Schweben und schiesst endlich, wenn ihm der günstige Augenblick gekommen zu sein scheint, urplötzlich auf das auf einem Blatte oder einer Blüthe sitzende Weibchen herab, dasselbe augenblicklich mit seinen enorm verlängerten Mittelbeinen fest umklafternd, so dass selbst, wenn das Pärchen auf den Boden hinunterpurzelt, das Weibchen in der Umarmung des Männchens gefangen bleibt und sich der Vollziehung der Begattung nicht entziehen kann.

Das Anführen weiterer Beispiele würde zahlreiche Wiederholungen unvermeidlich machen.

Sechster Abschnitt.

Sonstige, die Erlangung der Begattung bewirkende secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten.

Die Kämpfe, welche die Bienenmännchen, wenn sie in überwiegender Zahl vorhanden sind, um den Besitz der Weibchen führen, sind, soweit ich zu beobachten Gelegenheit hatte, nur rasch vorübergehend und unblutig. Sie suchen einander durch stossweises Anfliegen und Kneifen mit den Fresszangen zu verdrängen. Die Männchen mancher *Andrena*-Arten, der *Osmia rufa* und anderer haben dies so zur Gewohnheit, dass sie auch auf





Kameraden und beliebige andere Insekten, welche harmlos auf Blüthen sitzen, im Stosse anfliegen und sie herunter zu treiben suchen. Bei *Andrena Smithella* K., deren Männchen etwa dreimal so häufig sind, als die Weibchen, habe ich wiederholt gesehen, wie fast in demselben Augenblicke, in welchem ein Männchen auf ein an Weidenblüthen beschäftigtes Weibchen herabschoss, ein anderes hinzukam und entweder im ersten Anprall das erstere verjagte, oder, wenn dies nicht gelang, es mit den Oberkiefern angriff. Es erfolgte nun ein heftiges, aber nicht lange andauerndes, gegenseitiges Kneifen, während dessen das Weibchen bisweilen entwich; bisweilen aber, besonders wenn der eine Mitbewerber sehr rasch das Feld räumte, behielt der Sieger das Weibchen im Besitz. Auch bei *Andrena ventralis* Jmh., deren Männchen bei Lippstadt weit über 10 Mal so häufig sind, als die Weibchen, war ich einmal bei einem solchen Kampfe zugegen, der für den Sieger mit dem Festhalten des Weibchens endete. Bei dieser Art des Wettstreites sind diejenigen Abänderungen die vortheilhaftesten, welche die grösste Behendigkeit und die längsten oder spitzesten Oberkiefer besitzen; sie haben, wenn die Zahl der Mitbewerber sehr gross und der Wettstreit sehr lebhaft ist, allein Aussicht, zur Begattung zu gelangen und Nachkommenschaft zu hinterlassen. Behende und mit besonders langen oder besonders spitzen Oberkiefern versehene Männchen mussten demnach bei denjenigen Bienenarten, bei denen die Zahl der Männchen vielmal grösser ist, als die der Weibchen, die allein überlebenden bleiben. In der That finden wir die Oberkiefer der Männchen von *Andrena Smithella* K., *A. ventralis* Jmh. und vieler anderer in ähnlichem Falle befindlicher Arten erheblich länger, spitzer und gekrümmter, (vergl. a und b in Fig. 36. *A. Smithella* K. ♂ und ♀) und ihre Bewegungen behender als die der Weibchen. Bei anderen Bienenarten, bei denen der Wettkampf ein weniger reger ist, sind die Oberkiefer der Männchen wenig oder gar nicht grösser als die der Weibchen; in denjenigen Fällen, in denen die Weibchen

als Anpassung an Arbeiten für die Brutversorgung besonders grosse und kräftige Oberkiefer erworben haben, bleiben die Oberkiefer der Männchen sogar an Grösse hinter denen der Weibchen oft erheblich zurück, sind aber gleichwohl durch spitzere Zähne zum Kneifen befähigter; so bei *Osmia rufa* L. (Fig. 37), deren Weibchen ihre Brutzellen mit Steinchen und Erde vermauern, so bei *Chelostoma florisomne* L. (Fig. 38), deren Weibchen in trocknem Holze nisten.

Sehr viel mannichfaltiger sind diejenigen secundären Geschlechtseigenthümlichkeiten der Männchen, welche ihnen das Festhalten der Weibchen zur Begattung leicht oder überhaupt möglich machen. Allgemein fliegt das Männchen mit Lebhaftigkeit auf das Weibchen, umfasst es mit seinen Beinen, fasst zur Vereinigung der Geschlechtstheile das Ende des weiblichen Hinterleibs mit seiner eigenen Hinterleibsspitze von hinten oder unten und stützt zugleich den Kopf fest auf das Weibchen auf.

Es konnten sich also bei den Männchen Anpassungen entwickeln: 1) welche die Biene zum Umfassen des Weibchens geeigneter machten, 2) welche seinen Hinterleib geeigneter machten, denjenigen des Weibchens an der Spitze von hinten oder unten zu fassen, 3) welche seinem Kopfe mit grösserem Nachdrucke sich auf das Weibchen zu stützen gestatteten, 4) welche der Unterseite des Männchens einen festeren Halt auf der Oberseite des Weibchens gaben.

1) Anpassungen, welche die Beine zum Umfassen des Weibchens geeigneter machen, haben sich in ausgezeichnet deutlicher Weise bei gewissen *Megachile-* und *Anthophora*-Arten ausgeprägt, und zwar sind es bei ersteren die Vorderbeine, bei letzteren die Mittelbeine, welche das Festhalten des Weibchens während der Begattung vorzugsweise übernehmen. Bei *Megachile lagopoda* K. (Fig. 40), welche nebst *maritima* K. zu den in dieser Beziehung ausgeprägtesten Arten dieser Gattung gehört, sehen wir die Fussglieder der Vorderbeine so stark verbreitert und am Hinterrande mit einem so breiten Saume dichter, steif nach hinten liegender

Haare versehen (c. Fig. 40), dass, sobald diese Männchen ihre Weibchen mit den Vorderbeinen umarmt haben, die Vorderbeine dieser von den enorm breiten Flächen der männlichen Füsse völlig umschlossen liegen. Verstärkt wird diese Umschliessung noch durch eine tiefe, an ihren Rändern mit steifen Haaren besetzte Aushöhlung der Vorderfersen (b. Fig. 40), welche wahrscheinlich einen Theil der weiblichen Vorderfüsse in sich aufnimmt und festhält. Bei *Megachile circumcincta* K. ist die gesammte Einrichtung noch dieselbe, die Verbreiterung der der Fussglieder aber schon viel schwächer, die Aushöhlung der Ferse weniger tief, bei *M. pyrina* Lep. (= *fasciata* Sm.) ist eine Verbreiterung der Fussglieder und Aushöhlung der Ferse gar nicht mehr vorhanden, wohl aber noch ein breiter, nach hinten gerichteter Besatz dicht stehender Haare. Bei *centuncularis* L. und *argentata* F. löst sich auch dieser in die gewöhnliche, struppig abstehende Behaarung auf, so dass wir durch eine Reihe von Zwischenstufen die kleinen Schritte erkennen können, durch welche natürliche Auslese zur Ausprägung so auffallender Fussbildungen, wie sie *M. lagopoda* K. und *maritima* K. darbieten, gelangt ist.

Bei *Anthophora pilipes* F. (= *acervorum* F. = *retusa* K.) haben sich die Mittelbeine so verlängert, dass sie das Weibchen vollständig umfassen können (Fig. 48). Die Fussglieder sind ebenfalls am Hinterrande mit einem Besatze nach hinten gerichteter Haare versehen (a. Fig. 48), welche zwar weit weniger dicht, aber dafür weit länger sind, als an den Vorderbeinen von *Megachile lagopoda* und ohne Zweifel ebenfalls die Umschliessung verstärken. Dieselbe Wirkung haben, wenn auch in schwächerem Grade, die nach vorn gerichteten Haarbesätze des ersten und des letzten Fussgliedes (b. und c. Fig. 48).

Bei *Anthophora fulvitarsis* Brullé und *aestivalis* Pz. beschränkt sich die Verstärkung der Umschliessung auf einen weit kürzeren Haarbesatz des Hinterrandes und der vorderen Hälfte des Vorderrandes der Mittelfersen und den doppelten Besatz des letzten Fussgliedes; bei *A. Haworthana* K. (= *retusa* L) tritt auch letzterer ganz

zurück und der Fersenbesatz wird noch kürzer, bei *quadrimaculata* Pz. (= *vulpina* und *subglobosa* Kirby) geht auch dieser in die gewöhnliche Fersenbehaarung über.

Dass die Männchen von *Megachile lagopoda* K. und *Anthophora pilipes* F. sofort nach dem Herabschiessen auf ihre Weibchen dieselben mit den Beinen umschliessen, und während der Begattung umschlossen halten, erstere Art mit den Vorder-, letztere mit den Mittelbeinen, habe ich wiederholt direct beobachtet.

2) Anpassungen, welche das Hinterleibsende des Männchens geeigneter machen, dasjenige des Weibchens von hinten oder unten zu fassen, sind in der Familie der Bienen sehr allgemein verbreitet. Die gesammte Form des Hinterleibs der meisten Männchen ist, indem er sich am Ende in der Regel nach unten und vorn krümmt (Fig. 41, 42), als derartige Anpassung zu bezeichnen. Sehr häufig treten aber, namentlich bei den Bauchsammlern und von ihnen abgezweigten Kukuksbienen, ausserdem an den letzten Hinterleibssegmenten Spitzen oder sonstige harte Vorsprünge auf, mittelst deren der sich nach unten und einwärts krümmende männliche Hinterleib in höchst wirksamer Weise das Ende des weiblichen von hinten oder unten festfasst.

Als Beispiele dienen die beiden Spitzen des letzten Segmentes von *Chelostema campanularum* K. (d. Fig. 41) und *Ch. florisomne* L. (d. Fig. 42); die fünf Spitzen der beiden letzten Segmente von *Anthidium manicatum* L. (Fig. 43), die sechs Spitzen des letzten Segmentes von *Coelioxys simplex* Sm. (Fig. 44).

3) Anpassungen, welche dem Kopfe des Männchens mit grösserem Nachdrucke sich auf das Weibchen zu stützen gestatten, finden sich ziemlich allgemein verbreitet in der Gattung *Halictus*, indem bei den meisten Halictusmännchen sich der Kopf zu einem die Augen überragenden schnauzenförmigen Theile verlängert (Fig. 47), der sich bei der Begattung fest auf das Weibchen aufstützt, dagegen für alle übrigen Lebensthätigkeiten der Halictusmännchen völlig nutzlos ist.



Bei mehreren mit sehr langen Oberkiefern ausgestatteten *Andrena*-Männchen springt von der Basis jedes Oberkiefers senkrecht nach unten ein spitzer Zahn vor (x. Fig. 36), der sich während der Begattung fest auf das Weibchen stützt, und da er übrigens völlig nutzlos ist, nur diesem Dienste seine Ausprägung verdanken kann. Da er von der Unterseite des Kopfes vorspringt, so kann er mit gleichem Rechte zu dieser oder zur folgenden Gruppe gestellt werden.

4) Anpassungen, welche der Unterseite des Männchens einen festeren Halt auf der Oberseite des Weibchens geben, sind bald als spitze oder stumpfe Vorsprünge, bald als Eindrücke an der Bauchseite des Männchens entwickelt, die in die Vertiefungen und Erhöhungen der Rückenseite des Weibchens passen, bald auch als Haarlagen, welche den Unebenheiten der weiblichen Oberseite vermehrte Reibung darbieten und dadurch ein festeres Aufeinandersitzen der beiden Flächen bewirken. Vorsprünge der Unterseite haben sich bei verschiedenen Gattungen an sehr verschiedenen Stellen ausgeprägt, bisweilen zeigen sogar verschiedene Arten derselben Gattung in dieser Beziehung die auffallendsten Verschiedenheiten (z. B. *Panurgus*, *Chelostoma*).

An der Unterseite des Kopfes finden wir senkrecht nach abwärts stehende Spitzen bei vielen Andrenen (Fig. 36), an der Unterseite der Vorderhüften bei mehreren Megachilen (x. Fig. 50), an den Schenkelringen der Hinterbeine bei *Panurgus dentipes* Latr.[1]), an den Hinterschenkeln selbst bei *Panurgus calcaratus* Scop. (Fig. 49); als zahnförmige Hervorragungen von Hinterleibssegmenten bei *Halictoides dentiventris* Nyl., *Rhophites quinquespinosus* Spin. und anderen. Stumpfe Hervorragungen und zugleich Eindrücke der Bauchsegmente, welche in die Unebenheiten der Oberseite des weiblichen Hinterleibs eingreifen, bieten *Chelostoma nigricorne* Nyl. und

1) Nach Lepeletier de St. Fargeau, Histoire naturelle des Insects. Hymenoptères. Tom. II. p. 224.



florisomne L. (Fig. 42) dar. Behaarungen, welche festes Anliegen auf dem Weibchen bewirken, sind so gewöhnlich, dass wir nicht erst nach besonderen Beispielen zu suchen brauchen. Dasselbe *Megachile*-Bein (Fig. 50), welches uns den nach unten gerichteten Zahn der Vorderhüften zeigte (x. Fig. 50), zeigt uns unmittelbar neben demselben auch eine dichte Lage steifer, goldiggelber Haare (y. Fig. 50); ausserdem sind Hüfte, Schenkelring (tr. Fig. 50) und Schenkel nach hinten mit einer dichten Schicht langer Haare besetzt. Wie in diesem Falle, so haben sich bei manchen Bienenmännchen mehrere der hier aufgezählten das Festhalten der Weibchen bewirkenden Eigenthümlichkeiten neben einander ausgeprägt. Am Hinterleibe des Männchens von *Chelostoma florisomne* L. (Fig. 42) finden sich, ausser seiner langen, einwärts gekrümmten Form, sogar gleichzeitig vier verschiedene das Festhalten des Weibchens erleichternde Anpassungen:
a) auf dem zweiten Bauchsegment ein am Vorderrande des Segments sehr weit nach unten vorspringender, nach dem Hinterrande zu abgedachter, grosser Höcker, dessen untere Seite vertieft und von einem hufeisenförmigen Rande umschlossen ist (a. Fig. 42). Er legt sich während der Begattung der Umbiegungsstelle des ersten Rückensegmentes des weiblichen Hinterleibs (a. Fig. 9)[1], dicht an. Als untergeordnete Anpassung an diesen Vorsprung verdient noch der Ausschnitt am Hinterrande des ersten Bauchsegmentes Erwähnung (c. Fig. 42), welcher die Einwärtsbiegung der vorderen Kante dieses Höckers gestattet.

b) auf dem dritten Bauchsegment einen tiefen, fast dreieckigen, bogenförmigen Eindruck (b. Fig. 42), welcher die Wölbung des zweiten Rückensegments des weiblichen Hinterleibs umfasst.

c) auf dem vierten Bauchsegment eine dichte, einwärts gebogene Schicht langer, gelber Haare, welche dem

1) Fig. 9 stellt zwar nicht das Weibchen von *Chelostoma florisomne* L., sondern das von *Heriades truncorum* L. dar, kann aber hier wohl zur Veranschaulichung dienen.

dritten Rückensegmente des weiblichen Hinterleibes sich anlegt (c. Fig. 42).

d) am Ende des siebenten Hinterleibssegmentes 2 Spitzen, welche das Ende des weiblichen Hinterleibes von hinten und unten umfassen.

Die Abstufungen, welche zu dieser hochgradigen Anpassung geführt haben, sind uns in *Chelostoma campanularum* K. (Fig. 41) und *nigricorne* Nyl. zum Theil noch erhalten: bei der ersteren Art (Fig. 41) der Hinterleib noch ziemlich kurz, der Höcker des zweiten Bauchsegmentes nur erst als schwache gerundete Anschwellung angedeutet (a. Fig. 41), von der Vertiefung des dritten Bauchsegmentes noch keine Spur; die gelben Haare des vierten Segmentes vorhanden, aber dünn und kurz, nur die zwei Spitzen am letzten Leibesringe in ausgeprägtester Weise vorhanden; bei *Ch. nigricorne* Nyl. der Hinterleib schon viel länger gestreckt, ein Segment reicher, der Höcker des zweiten Bauchsegmentes schon erheblich angeschwollen, unterseits eine ebene, halbkreisförmige Fläche bildend, auf dem dritten Bauchsegmente ein deutlicher Einschnitt vorhanden; auch die Behaarung des vierten Segments stärker entwickelt, als bei *Ch. Campanularum*.

Diese Beispiele werden genügen, um die Mannichfaltigkeit der auf das Festhalten der Weibchen während der Begattung bezüglichen Eigenthümlichkeiten der Bienenmännchen und zugleich die Brauchbarkeit dieser Merkmale zur Erkennung des Verwandtschaftsverhältnisses mancher Arten zu zeigen.

Als letzte Gruppe auf die Erlangung der Begattung bezüglicher secundärer Geschlechtsunterschiede haben wir diejenigen Eigenthümlichkeiten ins Auge zu fassen, welche in unserer Eintheilung als passive bezeichnet wurden, da sie nicht durch eine Thätigkeit ihres Inhabers, sondern durch eine von dem anderen Geschlechte ausgeübte Thätigkeit ihrem Inhaber zum Besitze eines Gatten verhelfen. Hierhin sind zu zählen:

1) Eigenthümlichkeiten der Weibchen, welche dem Männchen das Festhalten während der Begattung erleichtern oder überhaupt

ermöglichen. Ich kenne bei Bienen von Eigenthümlichkeiten, welche wahrscheinlich hierhin zu zählen sind, nur die hornartigen Vorsprünge auf dem Kopfschilde von *Osmia rufa* L. (= *bicornis* L.) und *O. cornuta* Latr., an denen sich vermuthlich die Männchen während der Begattung mit den Vorderbeinen festhalten. Diese schräg nach vorn und abwärts gerichteten festen Stäbe (hh. Fig. 45) müssen den im Verhältniss zu ihren Weibchen sehr kleinen Männchen der beiden damit versehenen *Osmia*-Arten zu diesem Dienste sehr brauchbar sein; aber obgleich *Osmia rufa* bei Lippstadt sehr gemein ist und selbst in der Mauerung meines eigenen Wohnhauses in zahlreichen Exemplaren nistet, ist es mir nie gelungen, Männchen und Weibchen in Begattung anzutreffen; ich kann daher die angegebene Deutung nur als Vermuthung aussprechen. Ist sie richtig, so findet sie vielleicht auch auf die mir nicht bekannte *Prosopis cornuta* Smith[1]) Anwendung. Die Ausprägung einer Eigenthümlichkeit der Weibchen, welche die hier vermuthete Rolle spielt, setzt eine Ueberzahl der Weibchen voraus, durch welche bewirkt wurde, dass die zum Festhalten geeignetsten Abänderungen der Weibchen am häufigsten zur Begattung und damit zur Hinterlassung einer Nachkommenschaft gelangten und daher schliesslich die allein überlebenden blieben.

2) Eigenthümlichkeiten der Männchen oder Weibchen, welche die Aufmerksamkeit oder Zuneigung des anderen Geschlechts erregen und auf die von diesem ausgeübte geschlechtliche Auswahl einen entscheidenden Einfluss haben. Es müssten hier eigentlich dreierlei secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten der Untersuchung unterzogen werden, nämlich a) dem Geruchsinn, b) dem Gehörsinn, c) dem Gesichtssinn wahrnehmbare.

a) Da die Männchen der Bienen in der Regel mit sehr viel stärker entwickelten Riechorganen versehen sind, als ihre Weibchen und zu diesen ohne Zweifel zum grossen Theile durch den Geruch geleitet werden, so ist

---

1) Catalogue of British Hymenoptera p. 10. Pl. I. Fig. 1.

es nicht unwahrscheinlich, dass in den Fällen, in welchen die Weibchen in grosser Ueberzahl vorhanden sind, auch Geruchseigenthümlichkeiten einzelner die geschlechtliche Auswahl der Männchen bestimmen können. Es würde aber eine sehr feine Nase dazu gehören, um diese Frage durch Beobachtung zu entscheiden.

b) Ebenso ist es, da die Bienen mit Stimmorganen versehen sind und da die Bienenmännchen, wie aus meinen oben mitgetheilten Beobachtungen an *Megachile lagopoda* K. und *Anthidium manicatum* L. hervorgeht, singend die Weibchen verfolgen und die Stimme erhöhend auf sie herabschiessen, wohl denkbar, dass die Weibchen mancher Bienen die Männchen nach ihren musikalischen Leistungen bevorzugen; eine Beobachtung, welche darauf mit Bestimmtheit schliessen liesse, liegt aber bis jetzt nicht vor. Es dürfte jedoch, um zu derartigen Beobachtungen anzuregen, nicht unzweckmässig sein, hier eine Beobachtung musikalischen Wettstreites mitzutheilen, die ich bei Dipteren anzustellen Gelegenheit hatte. Von *Eristalis arbustorum, nemorum* und anderen Arten sah ich wiederholt im brennendsten Sonnenscheine des Weibchen ruhig auf einem Blatte oder einer Blüthe sitzen und sich behaglich sonnen, während ein Männchen in gewisser Entfernung (von vielleicht 20—30 mm.) senkrecht über dem Weibchen schwebte und sich durch ausserordentlich rasche Flügelschläge andauernd an derselben Stelle hielt, indem es dabei einen ununterbrochenen, gleichmässig hohen Sington von sich gab. Wenn es viele Secunden an derselben Stelle und in gleicher Lage gerade über dem Weibchen schwebend sich gehalten hat, schiesst es urplötzlich mit einer die gesteigerte Thätigkeit begleitenden Erhöhung des Tones auf dasselbe herab, stösst es flüchtig an und kehrt mit einer Viertel- oder halben Umdrehung in die frühere Höhe zurück, um dasselbe andauernde Singen und Schweben zu wiederholen. Wenn es also z. B. zum ersten Male unverändert in dem Weibchen paralleler Lage geschwebt hat, schwebt es das zweite Mal in gekreuzter oder entgegengesetzter Lage über ihm. Bisweilen schwebt über dem ersten Männchen

ebenso andauernd singend und zeitweise auf das Weibchen herabschiessend ein zweites, so dass dann ein vollständiger Wettstreit im Singen und Liebkosen eintritt. Das Weibchen lässt sich diese Anstrengungen seiner Bewerber ruhig gefallen. Ein leichtes Auseinanderbewegen seiner ziemlich wagerecht nach hinten liegenden, den Rücken deckenden Flügel ist die einzige bemerkbare Thätigkeit, mit der es auf das Herabstossen eines Männchens antwortet; aber es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass es schliesslich dem angenehmsten Bewerber den Vorzug gibt, obgleich ich nie so glücklich war, eintretende Begattung als Ende des oft minutenlang andauernden Wettstreites zu beobachten. Man sollte erwarten, dass ein ähnlicher Wettstreit auch zwischen Bienenmännchen vorkäme, aber in allen von mir beobachteten Fällen waren die Bienenweibchen viel zu emsig mit Einsammeln von Larvenfutter beschäftigt, um sich ruhig hinzusetzen; sie suchten sich vielmehr den Zudringlichkeiten ihrer Männchen so rasch als möglich zu entziehen und die Ausprägung auf rasches Eingreifen und Festhalten der Weibchen hinwirkender Eigenthümlichkeiten, welche wir z. B. bei *Megachile maritima* K. und *Anthophora pilipes* F. kennen gelernt haben, spricht dafür, dass bei Bienenweibchen eine Bevorzugung der Männchen nach ihren musikalischen Leistungen nicht stattfindet.

c) Dem Auge wahrnehmbare secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten, welche auf die geschlechtliche Auswahl des anderen Geschlechts einen Einfluss ausüben können, sind bei den Männchen vieler und bei den Weibchen einiger wenigen Bienenarten entwickelt. Dass sie diesen Einfluss wirklich ausüben, lässt sich allerdings nur indirect mit grosser Wahrscheinlichkeit erschliessen, nicht direct und mit Sicherheit erweisen.

Bei den Männchen vieler Bienenarten, deren ganze Körperhaut sonst einfarbig schwarz ist, ist die vordere Fläche des Kopfes in grösserer oder geringerer Ausdehnung, bisweilen auch die Vorderfläche der Oberkiefer, so wie die des ersten, dann oft stark verbreiterten Fühlergliedes (Fig. 39 a), oder der ganzen Fühler (also gerade

diejenigen Theile, welche das dem Weibchen entgegenfliegende Männchen diesem sichtbar machten) hell gefärbt, während das Weibchen diese helle Färbung gar nicht, oder in viel beschränkterer und oft sehr variabler Ausdehnung (vergleiche Fig. 39. *Prosopis variegata* a. Männchen, b. Weibchen) besitzt. Wenn diese Färbung überhaupt ihrem Besitzer einen Vortheil gewährt und durch natürliche Auslese erhalten und ausgeprägt worden ist, indem die so gefärbten Abänderungen durch ihre Färbung über die nicht gefärbten Abänderungen den Sieg davon trugen, so kann, so weit wir die Lebensverhältnisse der *Prosopis*-Arten und anderer Bienen mit hellgefärbter Vorderfläche übersehen, dieser Vorzug nur darin bestehen, dass die mit hellgefärbter Vorderfläche versehenen Männchen beim Heranfliegen die Aufmerksamkeit, wenn nicht die Zuneigung der Weibchen in stärkerem Grade erregen, als die einfarbig schwarzen, und in diesem Falle haben wir dann bei den Männchen zahlreicher Bienenarten secundäre Geschlechtseigenthümlichkeiten, welche auf die geschlechtliche Auswahl der Weibchen von Einfluss sind.

Dass aber die helle Färbung der Vorderfläche, wenn sie sich auf diese Weise erklärt, nur von den Männchen erworben, von den Weibchen dagegen nur ererbt sein kann, lässt sich daraus schliessen, dass sie in vielen Fällen den Männchen ausschliesslich zukommt, und in fast allen Fällen, in denen auch das Weibchen an ihr Theil nimmt, bei diesem räumlich beschränkter auftritt und nicht selten sehr variirt, so dass sie bei derselben Art (z. B. *Prosopis communis* N.) vorhanden sein oder auch fehlen kann. Eigenthümlichkeiten, welche das eine Geschlecht durch natürliche Auslese erworben hat, vererben sich wie wir an dem Pollen-Sammelapparate der Hinterbeine gesehen haben, abgeschwächt, bisweilen aber auch (wie z. B. der Pollen-Sammelapparat von *Bombus lucorum*) völlig ausgeprägt, auch auf das andere, wenn sie diesem auch völlig nutzlos sind; nur wenn sie ihm direct nachtheilig werden (wie z. B. Bauchsammelhaare oder abwärts geknickte Fühler den Männchen werden würden),

beseitigt natürliche Auslese die etwaigen Uebertragungen durch Vererbung schon auf den ersten Stufen.

Nur durch Ererbung vom anderen Geschlechte erlangte Eigenthümlichkeiten sind aber, weil sie als völlig gleichgültig für die Wohlfahrt des Besitzers der Wirkung der natürlichen Auslese entzogen sind, wie wir ebenfalls an den Sammelhaaren der Bienenmännchen sehen können, viel variabler, als unmittelbar durch natürliche Auslese erlangte Eigenthümlichkeiten. In beiderlei Hinsicht kennzeichnet sich die helle Färbung der vorderen Kopffläche, wo sie auch bei den Bienenweibchen auftritt, als bloss durch Ererbung von den Männchen erlangt.

Auch diese Art secundärer Geschlechtseigenthümlichkeiten gibt uns, da sie sich bisweilen (z. B. bei *Prosopis*) in mannigfachen Abstufungen durch ganze Gattungen hindurchzieht, ein Mittel an die Hand, die letzten Verzweigungen des Bienenstammbaumes, die jetzt lebenden Arten und Varietäten, in ihrem genetischen Zusammenhange zu erkennen.

Für das Vorkommen auf die vom anderen Geschlechte ausgeübte Auswahl einwirkender Eigenthümlichkeiten bei Weibchen scheint mir *Andrena fulva* Schrank die am schönsten gefärbte aller unserer Andrenen, ein Beispiel darzubieten. Wenn die Weibchen dieser Art, wie ja nahe Verwandte von ihr, namentlich *helvola* L. und *varians* Rossi noch jetzt thun, im Haarkleid variirten, und die Männchen, wie der Blumenbesuch der Bienen anzunehmen nöthigt, nicht ohne Empfänglichkeit für Farbeneindrücke waren, so waren, wenn die Ueberzahl der Männchen nur annähernd das oben angegebene Verhältniss erreichte (31 : 1), jedenfalls alle Bedingungen gegeben, um durch geschlechtliche Auslese die Ausprägung so schön gefärbter Weibchen herbeizuführen. In einer früheren Zeitepoche müssen bei *Andrena fulva*, oder bei den gemeinsamen Stammeltern von *fulva*, *helvola* und *varians* die Männchen in Ueberzahl vorhanden gewesen sein, da die Männchen aller dieser Arten durch ungewöhnlich lange Oberkiefer ausgezeichnet sind.

Zur Vollendung meiner bis hierher durchgeführten Arbeit wäre es nöthig, auch die, natürlich nur bei Weibchen vorkommenden, auf die Erhaltung der Nachkommenschaft bezüglichen secundären Geschlechtseigenthümlichkeiten der Bienen, soweit es nicht schon in den ersten Abschnitten geschehen ist, genauer ins Auge zu fassen und sodann von den gewonnenen Gesichtspunkten aus die Fäden verwandtschaftlichen Zusammenhanges, welche sich in den Gruppen, Gattungen und Arten der einheimischen Bienen erkennen lassen, so weit als möglich aufzusuchen und zur Aufstellung des Bienenstammbaumes zu verwerthen. Da indess der mir für Abbildungen gestattete Raum, trotz äusserster Sparsamkeit, erschöpft ist, so verschiebe ich diesen Abschluss meiner Arbeit auf einen späteren Aufsatz.

Lippstadt, am 7. September 1871.

Hermann Müller.

Alphabetisches Namen- und Sach-Verzeichniss.











Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Mundtheile von *Diphysis serratulae* Pz. ♂, von unten gesehen. In allen Figuren, welche Mundtheile darstellen, bedeutet lbr = *labrum* = Oberlippe, md = *mandibulae* = Oberkiefer, c = *cardo* = Basalstück des Unterkiefers, Angel (*lora* bei Kirby), st = *stipes*, Stamm des Unterkiefers, p. m. = *palpi maxillares*, Taster des Unterkiefers, la = *lamina*, Lade des Unterkiefers, mt = *mentum*, Kinn, li = *ligula*, Zunge, y Hautläppchen an der Spitze der Zunge, pa = *paraglossae*, Nebenzungen, p. l. = *palpi labiales*, Lippentaster, pl' = Lippentasterglieder, welche zu langen, flachen, die Zunge umschliessenden Platten umgebildet sind, f = *fulcrum* (Kirby), Wurzelstück des Kinnes. xx die Verbindungsstücke des Kinns mit der Basis der Unterkieferstämme.

Fig. 2. Mundtheile von *Polistes gallica* L. ♀ von unten gesehen.
Fig. 3. „ „ *Oxybelus uniglumis* L. „ „
Fig. 4. „ „ *Prosopis communis* Nyl. „ „
Fig. 5. Linkes Hinterbein der Arbeiterin der Honigbiene, *Apis mellifica* L. ☿, von der Aussenseite gesehen. In allen Figuren, welche Beine darstellen, bedeutet: c = *coxa* = Hüfte, tr = *trochanter*, Schenkelring. f = *femur*, Schenkel, ti = *tibia*, Schiene, t = *tarsus*, Fuss, t' = erstes Fussglied oder Ferse.
Fig. 6. Ferse des linken Hinterbeins der Arbeiterin der Honigbiene, stärker vergrössert, von der Innenseite gesehen.
Fig. 7. Linkes Hinterbein von *Andrena Gwynana* K. ♀, von aussen gesehen.
Fig. 8. Ferse desselben, stärker vergrössert, von innen gesehen.
Fig. 9. Hinterleib von *Heriades truncorum* L. ♀, von der Seite gesehen.
Fig. 10. Linkes Hinterbein von *Heriades truncorum* L. ♀ von aussen gesehen.
Fig. 11. „ „ „ *Prosopis confusa* Nyl. (*hyalinata* Sm.) ♀, von der Innenseite gesehen.
Fig. 12. „ „ „ *Crabo Wesmaeli* v. d. L. ♀, von innen gesehen.
Fig. 13. „ „ „ *Passaloecus monilicornis* Dhlb. ♀. von innen gesehen.
Fig. 14. „ „ „ *Sphecodes gibbus* L. ♀, von innen gesehen.
Fig. 15. Rechter Fühler von *Halictus quadricinctus* F. a) Männchen, b) Weibchen.
Fig. 16. Hinterbrust von *Andrena dorsata* K. ♀, von hinten gesehen. aa Einfügungsstellen der Hinterflügel. bb. nach unten gewölbte Haarlocken der Hinterbrust, welche zwischen sich und der unter ihnen liegenden nackten Körperhaut einen ansehnlichen Haufen Blüthenstaub beherbergen können. c Einfügungsstelle des Hinterleibs, d äussere, e innere Sammelhaare der Hüfte. f Haarlocke des Schenkelrings.
Fig. 17. Kopf der *Megachile maritima* K. ♀, von unten gesehen, um zu zeigen, wie vollkommen die unteren Mundtheile unter der Oberlippe zusammengeklappt sind und wie frei sich die Oberkiefer bewegen können. O = Auge. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist die dieselbe wie in Fig. 1.
Fig. 18. Linkes Hinterbein von *Sphecodes gibbus* L. ♀ (*var. rufescens* Fourc.), mit Weglassung der Hüfte, von aussen gesehen.

Fig. 19. Hinterleib von *Halictus villosulus* K. ♀ (= *punctulatus* K.) von unten gesehen.

Fig. 20. Linkes Hinterbein von *Ceratina cyanea* K. (*coerulea* Vill.) ♀, von aussen gesehen.

Fig. 21. „ „ „ *Dasypoda hirtipes* F. ♀, von aussen gesehen, von allen einheimischen Bienen die stärkste Entwicklung der Sammelhaare an Fersen und Schienen der Hinterbeine zeigend.

Fig. 22. Mundtheile von *Osmia rufa* L. ♂ (♀ = *bicornis* L.) im halbzusammengefalteten Zustande von der Seite gesehen, um eine deutliche Vorstellung von der vierfachen Faltung zu geben. Das oberste Wandstück des röhrenförmigen Kinns ist weggebrochen, um auch die Einfaltung der Zungenwurzel sichtbar zu machen. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 1. Man sieht in Fig. 22: 1) wie die Chitinleisten x, indem sie sich um den Endpunkt der Angeln c drehen, sich nach hinten richten und dadurch die ganze Unterlippe (f, m und Anhänge) um das Doppelte ihrer eigenen Länge nach hinten ziehen, 2) wie sich die Basis der Zunge noch unterhalb der Lostrennung der beiden Nebenzungen zusammenklappt und mit den Nebenzungen in den röhrigen Theil des Kinnes zurückzieht, 3) wie die Angeln c, indem sie sich um ihre Fusspunkte nach hinten drehen, den ganzen Saugapparat (Unterkiefer und Unterlippe) um das Doppelte ihrer eigenen Länge nach hinten rücken müssen, 4) wie Unterkieferladen, Lippentaster und Zunge sich nach unten umklappen.

Fig. 23. Mundtheile von *Macropis labiata* Pz. ♀ v. unten gesehen.

Fig. 24. „ „ *Andrena Gwynana* K. ♀ „ „ „

Fig. 25. Rechter Unterkiefer von *Andrena Gwynana* K. ♀, von unten gesehen, um die innere Lade (la') zu zeigen.

Fig. 26. Mundtheile von *Halictus rubicundus* Chr. ♀ von unten ges.

Fig. 27. „ „ *Panurgus calcaratus* Scop. (*lobatus* F.) ♀ von unten gesehen.

Fig. 28. „ „ *Halictoides dentiventris* Nyl. ♂ v. unten ges.

Fig. 29. Unterlippe von *Chelostoma florisomne* L. ♀ „ „ „

Fig. 30. Mundtheile von *Stelis phaeoptera* K. ♀ „ „ „

Fig. 31. Ein Stückchen der unteren Fläche eines der letzten Fühlerglieder des Weibchens von *Halictus quadricinctus* F., bei 600maliger Vergrösserung von aussen gesehen: a. die vermuthlichen Riechorgane, b die vermuthlichen Tastorgane.

Fig. 32. Dasselbe Stück vom Männchen derselben Art, von aussen gesehen.

Fig. 33. Dasselbe von innen gesehen, die den vermuthlichen Riechhäutchen ansitzenden Nervenenden zeigend; c scheibenförmige Verbreiterung des Nervenendes, d fadenförmiges Nervenende, e Schlinge des vermuthlichen Riechnerven. Vergrösserung 600 : 1.

Fig. 34. Ein Stückchen der Chitinhaut eines Gliedes der Fühlergeissel von *Formica congerens* Nyl. ♀; von aussen gesehen. b. die vermuthlichen Tastorgane.

Fig. 35. Ein Stückchen derselben von innen. f fadenförmige Enden der vermeintlichen Tastnerven. g Anschwellungen derselben.

Fig. 36. Rechter Oberkiefer von *Andrena Smithella* K. von der Innenseite gesehen, a vom Männchen, b vom Weibchen, beide in 7maliger Vergrösserung.

Fig. 37. Rechter Oberkiefer von *Osmia rufa* L. von der Innenseite gesehen, a vom Männchen, b vom Weibchen (7 : 1).

Fig. 38. Rechter Oberkiefer von *Chelostoma florisomne* L. von der Innenseite gesehen, a. vom Männchen, b. vom Weibchen (7 : 1).

Fig. 39. Kopf von *Prosopis variegata* F. von vorn gesehen, a Männchen, b Weibchen.

Fig. 40. Schiene und Fuss des rechten Vorderbeins von *Megachile lagopoda* K., von der Innenseite gesehen. b Aushöhlung der Ferse, welche die Vorderbeine des Weibchens während der Begattung zum Theil in sich aufnimmt. c dichter, steifer, nach hinten liegender Haarbesatz.

Fig. 41. Hinterleib von *Chelostoma campanularum* L. ♂, schräg von unten und von der Seite gesehen. a Anschwellung des zweiten Bauchsegments. c Haarschicht des vierten Bauchsegments. d Spitzen des letzten Bauchsegments, welche das Ende des weiblichen Hinterleibes bei der Begattung umfassen.

Fig. 42. Hinterleib von *Chelostoma florisomne* L. ♂. a hufeisenförmiger Vorsprung des zweiten Bauchsegments, der die Umbiegung des ersten Rückensegm. des weiblichen Hinterleibes (a Fig. 9) festhält. b bogenförmiger Eindruck des dritten Bauchsegments, der die Wölbung des zweiten Rückensegments des Weibchens umfasst. c dichte, einwärts gebogene Schicht langer, gelber Haare auf dem vierten Bauchsegment des Männchens, dem dritten Rückensegmente des Weibchens angepasst. d Spitzen des siebenten Bauchsegments, welche das Ende des weiblichen Hinterleibs bei der Begattung von hinten und unten umfassen.





Fig. 43. Die letzten Hinterleibssegmente des Männchens von *Anthidium manicatum* L., von oben gesehen.

Fig. 44. Die letzten Hinterleibssegmente des Männchens von *Coelioxys simplex* Smith (*elongata* Lep.), von oben gesehen.

Fig. 45. Kopf des Weibchens der *Osmia rufa* L., schräg von vorn und unten gesehen, um die Hörner (hh), an denen sich wahrscheinlich das Männchen während der Begattung mit den Vorderfüssen festhält, ihrer ganzen Länge nach zu zeigen. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in Fig. 1 und 17.

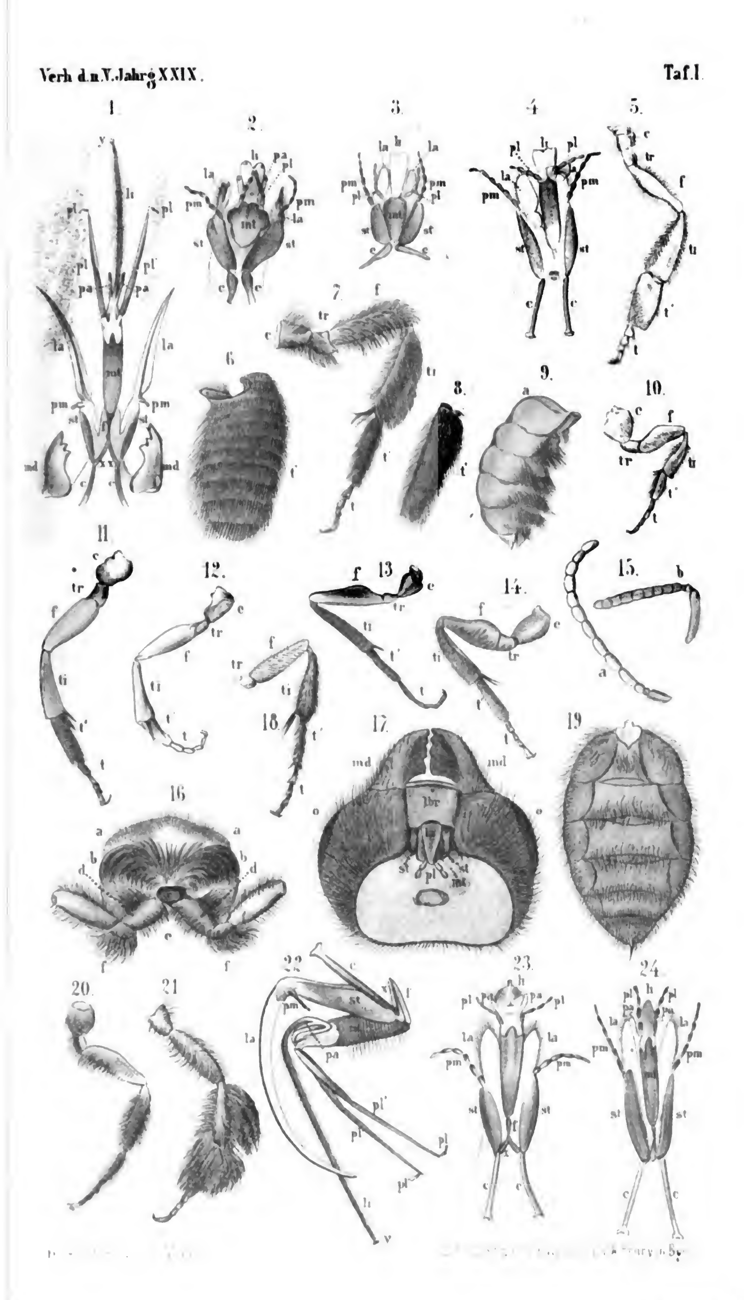
Fig. 46. Kopf des Weibchens von *Nomada ruficornis* L. (= *flava* Pz.) gerade von vorn gesehen, um die den Männchen selbstsammelnder Arten gleiche Gestalt und Haltung der Fühler ausgeprägter Kukuksbienen zu zeigen (vergl. Fig. 46 mit Fig. 15 a und b).

Fig. 47. Kopf des Männchens von *Halictus flavipes* K. (= *seladonius* K., nach F. Smith = *tumulorum* L.), von vorn gesehen, um die schnauzenförmige Verlängerung zu zeigen, mit welcher sich derselbe während der Begattung auf das Weibchen stützt.

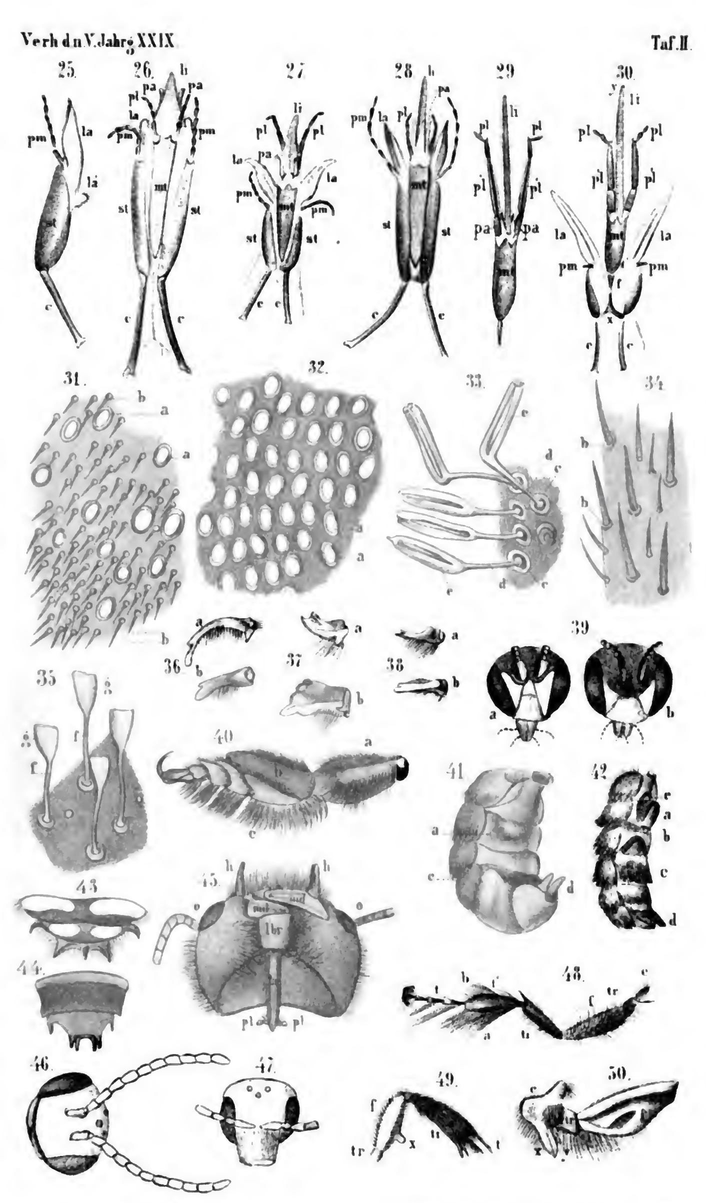
Fig. 48. Rechtes Mittelbein des Männchens von *Anthophora pilipes* F. (= *acervorum* F. = *retusa* K.), von unten gesehen, um den Besatz langer Haare (a) zu zeigen, der sich von den Fussgliedern nach hinten erstreckt. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in Fig. 5.

Fig. 49. Ein Theil des rechten Hinterbeines des Männchens von *Panurgus calcaratus* Scop. (= *lobatus* F.). x nach unten gerichteter Vorsprung des Schenkels.

Fig. 50. Ein Theil des rechten Hinterbeines des Männchens von *Megachile maritima* K., von vorne gesehen, um den nach unten gerichteten Dorn der Hüfte (x) und die neben der Wurzel des Hüftdornes befindliche Lage steifer, gelber Haare (y) zu zeigen.


Verh d.n.V.Jahrg XXIX.
Taf. I.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.




25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.

